

# AGRICULTURA, VULNERABILIDAD Y RIESGOS ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN TIERRA CALIENTE, MICHOACÁN

*Carlos Francisco Ortiz Paniagua<sup>1</sup>*

*Alba María Ortega Gómez<sup>2</sup>*

*Zoe T. Infante Jiménez<sup>3</sup>*

## RESUMEN

El cambio climático se estima tendrá implicaciones importantes tanto en los sistemas biológicos, económicos, sociales y culturales a escala global, como en la incertidumbre que sobre sus consecuencias en todos los ámbitos. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) reporta, en su informe más reciente (AR5, 2014), que los fenómenos hidrometeorológicos serán cada vez de mayor intensidad y magnitud; estima que la agricultura es uno de los sectores que tendrán mayores implicaciones por éste fenómeno (IPCC, 2014). La dinámica de la agricultura es fundamental y estratégica para algunas regiones de Michoacán, de ahí la importancia de realizar estudios relevantes para la toma de decisiones en materia de política pública en el Estado. El presente trabajo evalúa la vulnerabilidad agrícola y plantea un modelo de riesgo para la Región Tierra Caliente. La metodología propuesta valida lo que se muestra en escenarios del IPCC a escala regional que la Tierra Caliente es que tendrá impactos del clima que incidirán en todo el sistema socioeconómico y productivo regional.

**Palabras Clave:** agricultura, cambio climático, vulnerabilidad y productores agrícolas.

---

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias del Desarrollo Regional, Profesor Investigador de Tiempo Completo del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: [cfortiz@umich.mx](mailto:cfortiz@umich.mx).

<sup>2</sup>Maestra en Ciencias, Estudiante de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: [albaortegag@gmail.com](mailto:albaortegag@gmail.com)

<sup>3</sup>Doctor en Ciencias del Desarrollo Regional, Profesor Investigador de Tiempo Completo del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Email: [zoeinfante@hotmail.com](mailto:zoeinfante@hotmail.com).

**Clasificación JEL:** D11, Q26, Q01 y Q57

### **Problema y Objetivos**

Desde los escenarios y análisis de cambio climático de los mapas del IPCC, 2007; 2012, se estima que la región de Tierra Caliente en Michoacán será de las más afectadas por el cambio climático. En el presente trabajo el objetivo fue capturar la señal regional de cambio climático para verificar la información del IPCC, así como identificar la vulnerabilidad social. El problema consiste en que al incrementar el riesgo meteorológico, las amenazas climáticas tendrán efectos diversos en la región, principalmente negativos: migración, reducción de la productividad, descomposición social, contracción de la economía regional e incremento de la marginación y pobreza.

### **Resultados**

Los resultados muestran que los municipios más vulnerables en aspectos sociales y económicos, son también aquellos que tendrán un impacto mayor por los riesgos meteorológicos. También muestra que la señal del cambio climático global se encuentra presente en la región, situación que se comprueba con el análisis climático regional. A la vez se pueden apreciar las afectaciones en otros ámbitos sociales.

## INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad hace referencia al contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social susceptible de ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático, y que resulta clave para entender el origen de los desastres. Para el IPCC (2007; 2012; 2014). Magaña (2004) define la vulnerabilidad como el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los eventos meteorológicos extremos, por lo tanto, la vulnerabilidad debe analizarse como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar, y al igual que el peligro, la vulnerabilidad es dinámica, mientras que Jiménez (2005) la define como el grado de daño o pérdida susceptible de experimentar por un elemento o grupo de elementos bajo riesgo (personas, edificaciones, instalaciones, sistemas, bienes, ambiente) resultado de la probable ocurrencia de un evento de una magnitud e intensidad dada.

Mientras que para el IPCC (2007; 2012) la vulnerabilidad es el grado al cual un sistema es susceptible e incapaz de hacer frente a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y los extremos y debe analizarse como una condición sistémica, multifactorial, multisectorial, multitemporal y multiescalar; al igual que el peligro, la vulnerabilidad es dinámica. La dinámica de la vulnerabilidad, como elemento multifactorial, debe ser documentada en su pasado reciente y proyectada al futuro para poder hablar de potenciales impactos del cambio climático. Es por ello, que ha sido necesario un cambio de paradigma en que permita pasar de la descripción cualitativa a una cuantitativa para priorizar los ámbitos de adaptación (IPCC, 2012).

El sector agrícola en Michoacán posee una gran importancia, por lo tanto, los efectos del cambio climático pueden ser catastróficos por la dependencia de la agricultura ante las variaciones en el clima, por lo tanto, si se considera al cambio climático como una amenaza

para el sector agrícola, es importante conocer el grado de vulnerabilidad agrícola regional para fortalecer las capacidades local-regionales para enfrentar los efectos de este fenómeno, de ahí la importancia y necesidad de realizar estudios que aproximen el conocimiento de la vulnerabilidad regional.

Debido a que no existe una metodología única para calcular la vulnerabilidad agrícola ante cambio climático se hace necesario realizar estudios enfocados a regiones específicas con características económicas, biológicas, sociales y culturales particulares, lo que permite trabajar con las variables y los indicadores propios de la región. En el presente trabajo evalúa la vulnerabilidad agrícola a través de una metodología propuesta que toma en cuenta seis variables y veintiún indicadores que demuestran el avance agrícola por municipio; se integra en seis apartados, en el primero se aborda la teoría del cambio climático, escenarios e implicaciones; en el segundo apartado se abordan los efectos del cambio climático en la agricultura y la vulnerabilidad agrícola; el tercer apartado muestra una descripción del área de estudio destacando las principales características de la Región Tierra Caliente; en el cuarto apartado se describen los métodos empleados para la obtención de resultados y en el quinto apartado se exponen los resultados, destacando los impactos probables, a la vez que se discute sobre los alcances y límites de los mismos y por último se enuncian las principales conclusiones del trabajo.

## **ASPECTOS TEÓRICOS**

El IPCC reporta que el cambio climático es un fenómeno inequívoco cuyo aumento de la temperatura ha sido de 1 °C respecto a las temperaturas registradas en 1850. Sus efectos son irreversibles en diversos sistemas naturales y sugieren que a finales del siglo XXI el incremento más probable en la temperatura media oscilará entre 2 y 5 °C, a la vez que el nivel del mar podría registrar un aumento de 28 a 43 centímetros y posiblemente se observarán cambios

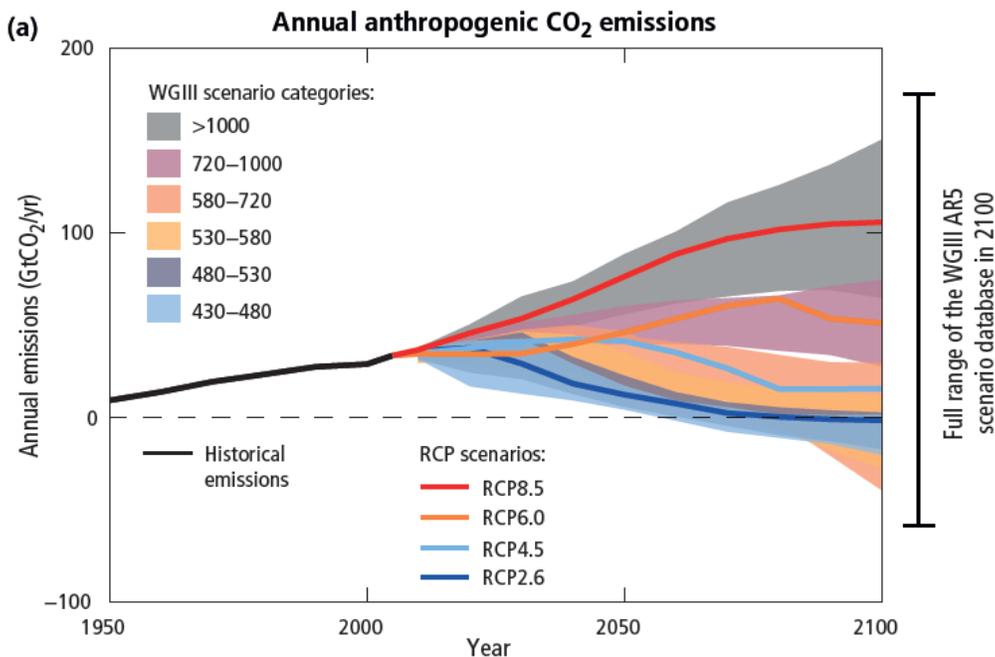
importantes en los patrones de precipitación y en los eventos climáticos extremos (Gay, et. al., 2010).

Entre 1990 y 1992, el IPCC desarrolló escenarios de emisiones de GEI a largo plazo, codificados como IS92, en los cuales se incorporaron variables socio-económicas. En la actualidad, estos escenarios IS92 han sido sustituidos por los publicados por el IPCC en 2001, denominados paquete SRES (*Special Reduction Emissions Scenarios*). Este paquete apoya en la modelación de emisiones futuras de GEI con base a supuestos sobre los comportamientos probables de las variables económicas, sociales, políticas, energéticas y tecnológicas.

Los escenarios de emisiones propuestos por el IPCC (1995) parten de cuatro diferentes estilos posibles de desarrollo socioeconómico global, en función del tipo de políticas que se implementen. Dichos escenarios se codifican como: A1, A2, B1 y B2; de los cuales a la vez se desprenden opciones y combinaciones particulares de escenarios posibles. Dichos escenarios describen las relaciones entre las principales fuerzas demográficas, económicas, energéticas y tecnológicas; así como su implementación local, regional ó global simulan las emisiones futuras de GEI.

El IPCC en el quinto reporte (AR5, 2014) presentó los escenarios RCP (representative concentrations pathways) denominados RCP 2.6 de bajas emisiones, RCP 4.5 y 6.0 de emisiones intermedias y RCP 8.5 de emisiones altas (figura 1).

Figura 1. Escenarios de emisiones del Quinto informe del IPCC (AR4, 2014)



Fuente: IPCC, 2012.

## Seguridad alimentaria

La FAO (2003), define la seguridad alimentaria como una situación que permite asegurar que todas las personas tengan en todo momento acceso físico y económico a los alimentos que necesitan; busca tres propósitos específicos: asegurar una producción adecuada de alimentos, conseguir la máxima estabilidad en sus flujos y garantizar el acceso a los alimentos disponibles por parte de quienes lo necesitan.

En la medida que se espera que la población mundial alcance la cifra de 9.1 billones para el 2050, la agricultura requiere seguir incrementando su productividad (rendimiento por hectárea) para satisfacer la creciente demanda. Bajo este contexto, el cambio climático representa un reto importante debido a que el 75% de las poblaciones que viven en áreas rurales del planeta dependen de la agricultura, la forestería y la pesca (Torres, *et. al.*, 2011), según la FAO (2013), son 500 millones de agricultores de agricultores familiares tanto en países desarrollados como

en vías de desarrollo, son altamente vulnerables a lo que ocurra con este sector y a la reducción del rendimiento agrícola ocasionada por sequías, inundaciones ó heladas, lo cual pone en riesgo el abastecimiento de la creciente demanda a la vez que tiene implicaciones en los precios y su correspondiente efectos sobre la inflación y pérdida de poder adquisitivo.

Las implicaciones del cambio climático en la agricultura apuntan a un cambio en la distribución de la vegetación, para la agricultura un factor determinante es la disponibilidad de agua que influye directamente en la producción de los cultivos. Los efectos indirectos consistirían en un posible agravamiento de la situación en cuanto a las enfermedades, las plagas o las malas hierbas, cuyos efectos no están todavía cuantificados en la mayoría de los estudios realizados. En algunos casos los cultivos se aproximan a su nivel máximo de tolerancia de temperatura y en donde predomina la agricultura de temporal, lo cual podría repercutir en la subsistencia de poblaciones que viven de la agricultura y del pastoreo, que constituyen una gran parte de la población rural en algunas regiones del estado. Todo esto se traduce en que la afectación del cambio climático en la agricultura se debe a que las variaciones de los niveles de temperatura o de precipitación se aproximen o excedan los límites de tolerancia de dichos cultivos (Conde, *et. al.*, 2004).

La agricultura en México es una actividad primordial, y en especial en estados como Michoacán, su importancia económica y social se encuentra en el peso que tiene dentro del PIB nacional y estatal, así como por el número de empleos y población dependiente de esta actividad primaria. Galindo (2008), utiliza dos modelos para determinar los impactos del cambio climático en la agricultura: función de producción, y un modelo de tipo ricardiano; los modelos concuerdan en la existencia de impactos en la agricultura ante el cambio climático aunque difieren sobre su magnitud; las principales conclusiones de Galindo sobre agricultura son: que el aumento del CO<sub>2</sub> tiene un impacto positivo significativo sobre la producción y el rendimiento del sector

agropecuario al menos dentro de ciertos rangos; que el aumento de la temperatura tendrá un impacto inicial positivo en la producción y en los rendimientos.

Sin embargo, pasando ciertos límites de temperatura los impactos se harán negativos; los cambios en los patrones de precipitación tienen un impacto importante en la producción y los rendimientos agropecuarios que pueden representarse como una función no lineal similar a la temperatura; que en la mayoría de los resultados empíricos se observa que los cambios en la temperatura son más importantes que aquellos asociados a la lluvia y que los impactos específicos son fuertemente dependientes de los agroclimas, del tipo de suelo y de la sensibilidad al CO<sub>2</sub> lo que incluye un nivel de incertidumbre adicional a las proyecciones. En síntesis, se prevén efectos diferenciados y divergentes en relación a los patrones esperados de temperatura y precipitación, los cuáles en ciertos rangos pueden incrementar el rendimiento de los cultivos de temporal, sin embargo, la incertidumbre y el riesgo de salirse de esos rangos en los patrones, traería consigo una reducción importante de los rendimientos agrícolas.

En el caso de Michoacán, la agricultura es de fundamental importancia, debido a que 21 % de la población se emplea directamente en el sector primario, se trata de un Estado con vocación productiva predominantemente agrícola y forestal (Ortiz, 2010). Las principales cosechas agrícolas en las que más destaca Michoacán son: el aguacate (primer lugar nacional), el maíz en grano (quinto lugar nacional) y la zarzamora (primer lugar nacional) (SAGARPA-SIAP, 2014).

### **Cambio climático: agricultura vulnerabilidad y riesgo**

En el año 2007, el Reporte Stern sobre “La Economía del Cambio Climático” dejó de manifiesto la afectación en los elementos básicos en la vida de los seres humanos, como: el acceso al agua, la producción de alimentos, la salud y los ecosistemas y el ambiente en general. Se ha señalado que el cambio climático podría ocasionar costos del 5-20 % del PIB mundial (Galindo,

2007). Por lo que se trata de un reto emergente que al igual que la seguridad alimentaria, la desnutrición, la creciente competencia por la energía y el agua, la degradación de la tierra y de la biodiversidad requieren para su estudio un enfoque integrado (Feenstra, *et. al.*, 1998).

La agricultura es uno de los sectores que más resentirán los efectos del cambio climático por su dependencia del clima. Entre las consecuencias destacan: la modificación en los cultivos (debido a un incremento atmosférico en la concentración de CO<sub>2</sub>); una mayor probabilidad de incremento en la población de plagas; y ajustes en la demanda de agua para irrigación, (Adams, *et. al.*, 1988). Para los productores agrícolas de pequeña escala, con un alto grado de vulnerabilidad y exposición a efectos de cambio climático, puede tener efectos desastrosos, tanto en el patrimonio como en la diversificación productiva. En tanto que se espera una reducción en la productividad de algunos cultivos importantes, en mayor o menor grado y en consecuencia también ocurra lo mismo con la productividad pecuaria. En conjunto, lo anterior tendría efectos adversos para la seguridad alimentaria (Parry, *et. al.*, 2008).

El riesgo, entendido como el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle al sector agropecuario resultado de la combinación entre la amenaza y la vulnerabilidad es posible expresarlo matemáticamente como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período de tiempo. Para la agricultura la amenaza se puede entender como el aumento en la intensidad, frecuencia y magnitud en los fenómenos hidrometeorológicos (sequías, inundaciones, heladas, huracanes, tornados, etc.), atribuidos al cambio climático. En tanto que la vulnerabilidad se puede entender como las condiciones en las cuáles se practica la actividad agrícola (superficie sembrada asegurada, disponibilidad de riego, empleo de tecnologías, rendimiento agrícola, etc.) (Cardona, 1993).

De manera general, la vulnerabilidad corresponde a la susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o de sufrir una pérdida. En consecuencia, la diferencia de vulnerabilidad de los elementos determina el carácter selectivo de la severidad de los efectos de un evento externo sobre los mismos; puede clasificarse como de carácter técnico (elementos físicos y funcionales) y de carácter social (aspectos económicos, educativos, culturales, ideológicos, etc.). Un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de elemento(s) ante una amenaza específica, (Cardona, 1993).

En particular para el cambio climático los factores que configuran la vulnerabilidad se asocian a una amenaza derivada de los cambios o variaciones en el clima, que están determinados por el grado de exposición ante una amenaza y la sensibilidad inherente de los sistemas naturales y humanos. Los efectos de dicha amenaza dependerán de la capacidad adaptativa de dichos sistemas, como son: recursos financieros, tecnológicos y capacidad de organización y planificación (Espinosa y Gutiérrez, 2010).

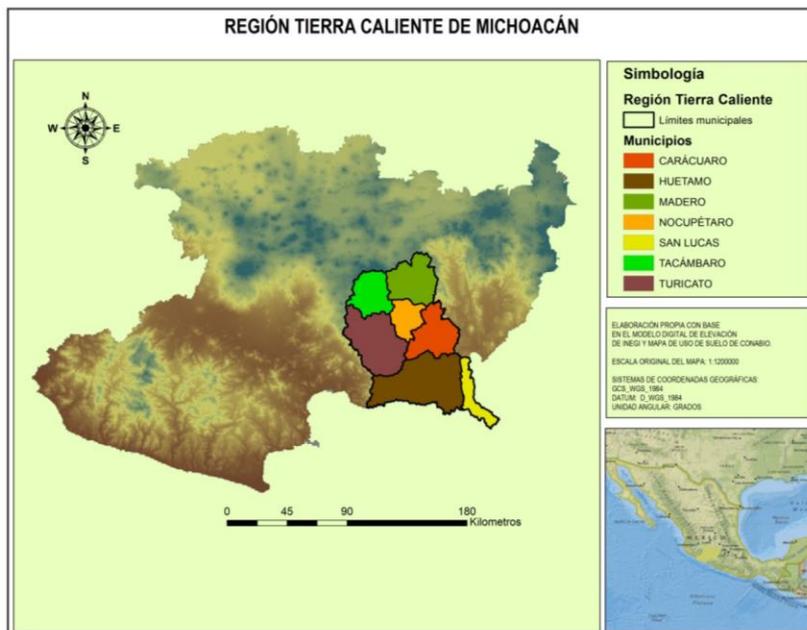
En materia de cambio climático, la vulnerabilidad es considerada como la capacidad para tolerar los efectos adversos de la variabilidad climática o eventos extremos, pero además se deben considerar los factores no climáticos que incluyen parámetros ecológicos, económicos, sociales, demográficos, tecnológicos y políticos (Grayeb, Álvarez, Cortez, & Ruiz, 2009). La vulnerabilidad se puede concebir a distintas escalas y actores, según el objeto de estudio, puede ser: nacional, regional o local, a la vez que como productores, consumidores ó comunidades. En el caso que nos ocupa se trata de una región de Michoacán y en particular los productores de la misma.

## Caracterización Regional de la Tierra Caliente (RTC)

La RTC se ubica al sur de la entidad, limita con el estado de Guerrero, y las regiones Oriente, Cuitzeo, Pátzcuaro-Zirahuén e infiernillo, se integra con los municipios de Madero, Tacámbaro, Nocupétaro, Turicato, Carácuaro, Huetamo y San Lucas (figura 2).

La RTC ocupa el 12.7% del territorio de Michoacán, La mayor parte de la RTC se ubica desde las alturas de la Sierra Madre del Sur y el Eje Volcánico, hasta la depresión del Balsas y algunos municipios se localizan parcialmente en la cordillera del Sur, en el Eje Volcánico Transversal y Mil Cumbres. Como se observa en el tabla 1, existen importantes alturas desde los 2,900 msnm hasta, como es el caso del municipio de Huetamo, que llega a una altura mínima de 200 msnm.

**Figura 2. Municipios que conforman La Región Tierra Caliente**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 1. Características climáticas de los municipios que conforman la RTC**

Municipio	Altitud (msnm)		Temperatura °C		Precipitación pluvial (mm)	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Carácuaro	500	1,300	22	28	700	1,000
Huetamo	200	1,300	22	32	600	1,000
Madero	800	2,600	12	26	800	1,300
Nocupétaro	500	1,600	22	28	700	1,100
San Lucas	300	1,300	24	30	800	1,000
Tacámbaro	1,000	2,900	12	24	900	1,300
Turicato	600	2,300	16	28	700	1,300

**Fuente: INEGI (2013).**

La RTC es una región eminentemente rural, concentra cerca del 5% de la población; es la región más despoblada del estado de Michoacán, ya que su densidad es de 28 habitantes por kilómetro cuadrado, y su tasa de crecimiento es del 0.70 por ciento; la dispersión de su población se manifiesta en que en este territorio se concentra el 16.5 % de las localidades.

Debido a la disparidad de la RTC, es posible establecer tres subregiones: norte, centro y sur. En el noroeste: en Tacámbaro se cultiva el 93 por ciento del aguacate (7,775 hectáreas) de la región. Su importancia radica en que su valor significa más del 70 por ciento del valor de la producción de perennes. La caña de azúcar también se cultiva en Tacámbaro (70%) y en el norte de Turicato (30 %); este producto significa el 20 % del valor de la producción de perennes. En San Lucas se produce mango; en el centro sólo hay pequeñas rancherías con algunos animales y cultivo de maíz para autoconsumo.

En las localidades pequeñas, conocidas como rancherías, es común encontrar equinos, caprinos, bovinos y porcinos, lo que denota una forma de vida y de cultura que se debe

estimular. El peso de la RTC en el Estado es el siguiente: El 35% del inventario Estatal equino, sólo en Huetamo se concentra el 13 %; el 12 % del ganado caprino y el 7.1 % de los bovinos.

Respecto al sector servicios, la RTC cuenta con opciones de turismo ecológico, histórico y de montaña, así como ranchos cinegéticos (producción de venados); hay panaderías, hostales, servicios mecánicos, gastronómicos y accesos adecuados a los pueblos y ranchos. El fomento del turismo propicia la interconectividad de la RTC, así como el desarrollo de cada municipio con sus propias características, por lo que es importante hacer atractivo el paso por la región.

## **Materiales y métodos.**

### **La medición de la vulnerabilidad**

Las implicaciones del cambio climático se pueden analizar por sectores como son: agrícola, pecuario, forestal, hídrico, turístico, industrial, urbano, construcción, minería, transporte, etc. (Magaña, 2010). Al respecto, el presente y trabajo se enfoca en el sector agrícola en una región particular.

Para la medición de la vulnerabilidad agrícola de la RTC, se implementó una técnica de proporciones y estandarización de datos, a partir de la información oficial disponible en el Censo Ejidal del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2010). Se emplearon seis variables y 21 indicadores, mismos que se describen en la tabla 2.

**Tabla 2. Variables e indicadores de la medición del avance agrícola  
 (inversa vulnerabilidad agrícola)**

<b>Tecnidad (+)</b>	<b>Riego (+)</b>	<b>Tracción (+)</b>	<b>Instalaciones (+)</b>	<b>Calidad de la superficie (+)</b>	<b>Financiamiento (+)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertilizantes químicos</li> <li>- Semilla mejorada</li> <li>- Abonos naturales</li> <li>- Herbicidas químicos</li> <li>- Insecticidas químicos</li> <li>- Insecticidas orgánicos</li> <li>- Quema controlada</li> <li>- Otra tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Usa riego</li> <li>- No usa Riego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mecánica</li> <li>- No mecánica</li> <li>- Solo herramientas manuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beneficiadora de café o cacao</li> <li>- Deshidratadora</li> <li>- Empacadora</li> <li>- Seleccionadora</li> <li>- Desfibradora</li> <li>- Otras instalaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ensalitrada</li> <li>- Erosionada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Seguros</li> <li>- Créditos</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI, 2007.

En el mismo sentido se asignó una ponderación para cada una de las variables, en función de la importancia de cada variable en lo que se denomina el grado de avance agrícola. Para cada uno de los indicadores se obtuvo la proporción de superficie y productores que disponían del ítem mencionado. Posteriormente, se procedió a estandarizar la información a partir del cociente de la diferencia entre la del dato del municipio y la media estatal para cada uno de los ítems. Por último la sumatoria de la estandarización por ítem se agrega a una sumatoria final, la variable calidad de la superficie se sustrae, de acuerdo con la ponderación de la tabla 2. Se obtuvo la inversa y el resultado es un índice de vulnerabilidad agrícola, que permite conocer el nivel de vulnerabilidad de cada municipio.

### **RESULTADOS: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA RTC**

Los resultados del índice de vulnerabilidad agrícola muestran que los municipios de Tacámbaro y Huetamo presentan los valores más bajos de los siete municipios de la RTC, mientras que Nocupétaro y Madero presentan los valores más altos (tabla 3).

**Tabla 3. Resultados obtenidos del índice de vulnerabilidad agrícola**

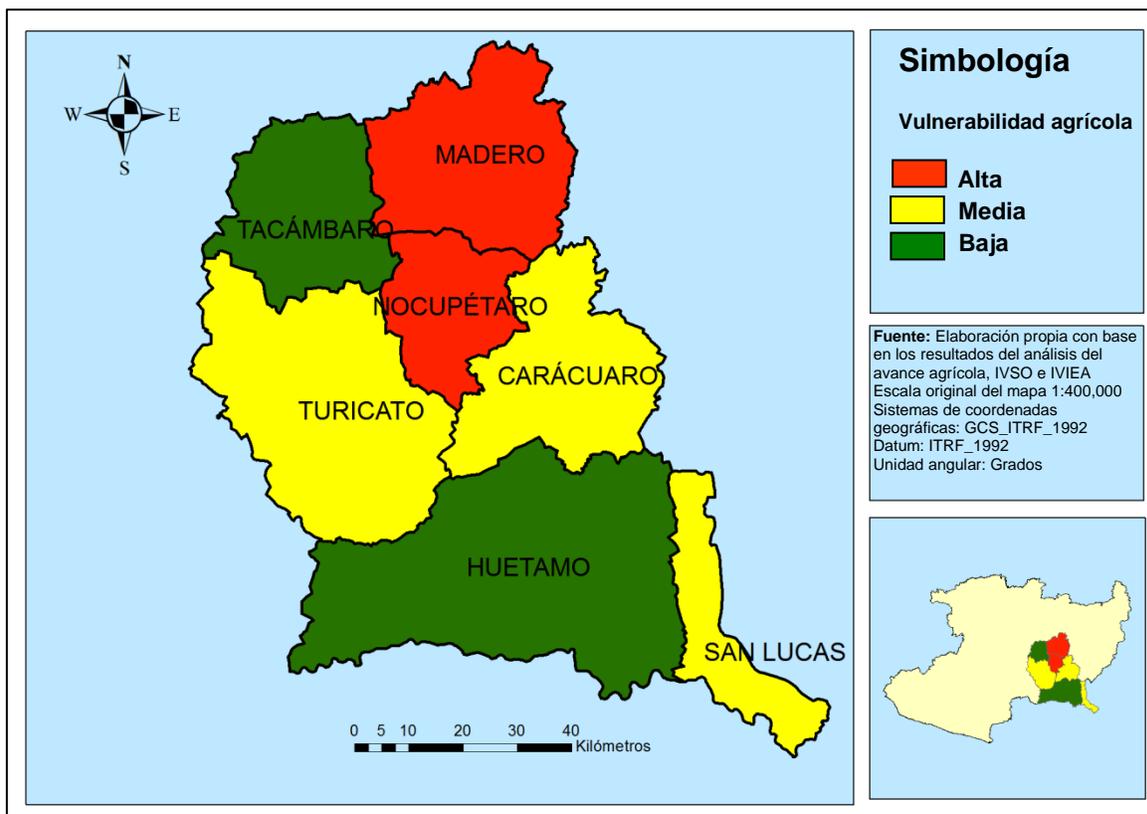
Municipio	Tecnicidad	Riego	Tracción	Instalaciones	Calidad de la superf.	Acceso a financiamiento	Avance agrícola	VAP*
<b>Carácuaro</b>	4.5764	9.8123	1.3351	0	0.3177	3.2406	19.3	5.1862
<b>Huetamo</b>	16.239	5.7004	2.8151	0.9511	-0.1743	3.2702	28.8	3.4721
<b>Madero</b>	4.6326	2.7367	1.7976	0	-0.1509	3.257	12.3	8.1479
<b>Nocupétaro</b>	4.7242	2.5666	1.4733	0	-0.1275	3.2297	11.9	8.4272
<b>San Lucas</b>	8.6495	5.887	1.6071	0	-0.1509	3.2395	19.2	5.1996
<b>Tacámbaro</b>	12.405	4.3138	3.3525	2.4123	-0.0893	3.2412	25.6	3.9008
<b>Turicato</b>	9.4501	2.5702	3.2182	0.2908	0.5324	3.2645	19.3	5.1744

\*VAP=Vulnerabilidad de los productores agrícolas.

**Fuente: Elaboración propia con datos de: Ortiz, 2015.**

La variable que en promedio incide más en la vulnerabilidad agrícola es la tecnicidad, seguida de la disponibilidad de agua y el acceso a financiamiento. La variable de la calidad del suelo tiene un efecto inverso por lo que se sustrae del resultado final. Los resultados se proyectaron en la figura 2, donde se aprecian en color rojo los municipios que obtuvieron el valor más alto del índice de vulnerabilidad agrícola (vulnerabilidad alta), en color naranja los que obtuvieron valores entre 5-6 (vulnerabilidad media) y en color verde los que obtuvieron valores menores a 4 (vulnerabilidad baja).

**Figura 3. Categorización del índice de vulnerabilidad agrícola de la RTC**



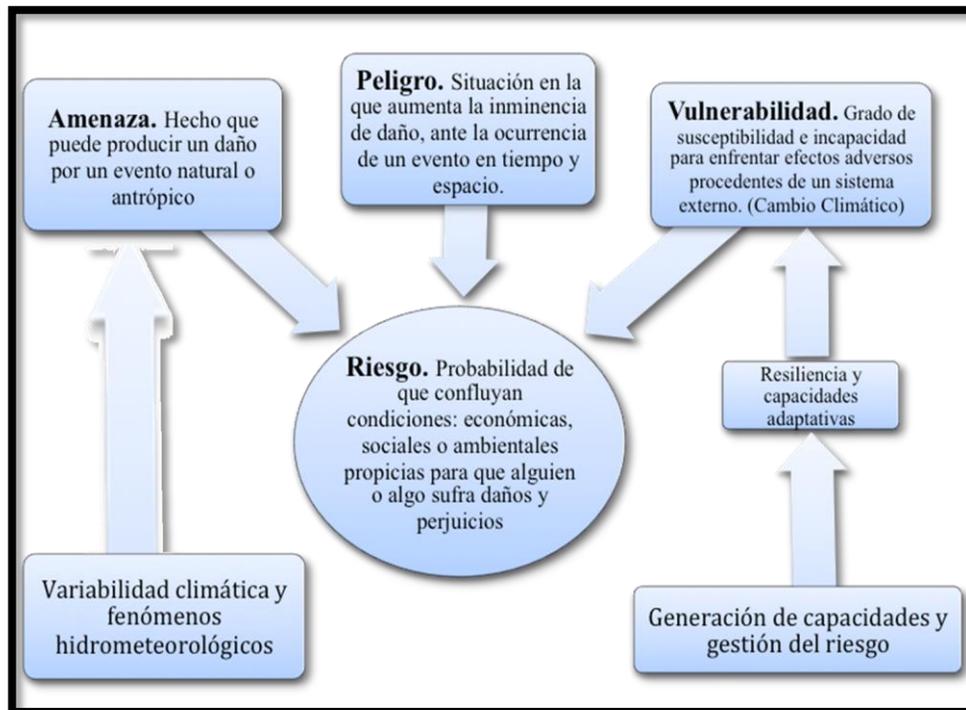
**Fuente:** Elaboración propia con datos del presente estudio.

### **Los elementos del riesgo y el papel de la Vulnerabilidad en la Región de Estudio**

Los elementos que componen el riesgo se pueden apreciar en la figura 4, dentro de los cuales la vulnerabilidad solo constituye uno de ellos. Al momento como se puede apreciar, el entendimiento de los demás factores aproximan a la creación de un modelo de riesgo para la región. En la presente solo se muestra la medición de la vulnerabilidad, aún queda pendiente tratar a detalle las amenazas latentes. No obstante, se tiene ya un panorama de los aspectos a fortalecer en los indicadores de vulnerabilidad, para reducirla y mejorar las condiciones de resiliencia. Al momento, los impactos que pueden generar una sinergia con la situación actual y contribuir a las tendencias en los ámbitos social y económico son: 1) reducción de la vulnerabilidad; 2) aumento de la emigración regional; 3) descomposición del tejido social; 4)

incremento de la pobreza y marginación, 5) inseguridad alimentaria y 6) pérdida o reducción de oportunidades para los habitantes de la región.

**Figura 4. Elementos del Riesgo.**



Fuente: Elaboración propia a partir de Magaña, 2010.

## CONCLUSIONES

- El cambio climático plantea una serie de retos, unos de los sectores que se estima tendrá mayores consecuencias en la agricultura y con ello incluso la seguridad alimentaria.
- La agricultura en Michoacán es un sector estratégico para la economía; es por ello que es importante identificar que tan vulnerable es el sector ante efectos externos como el cambio climático.
- Cinco de los siete municipios que conforman la RTC presentan valores de vulnerabilidad media, alta, lo cual plantea que es necesario tomar medidas que mitiguen la

vulnerabilidad y fortalezcan las capacidades municipales tanto en aspectos técnicos, tecnológicos, disponibilidad de agua y acceso a financiamiento.

- El cambio climático representa una amenaza para la mayor parte de los escenarios propuestos por el PICC, es por ello que conocer los niveles de vulnerabilidad por municipios ayuda a identificar las regiones de atención prioritaria.
- Vale la pena mencionar que los elementos del riesgo están latentes y son sujetos de un estudio más amplio. También se debe destacar que el cambio climático, como amenaza; así como el deterioro del sistema ecológico regional; no son los factores causantes del deterioro socioeconómico, actual o probable en el futuro, de manera aislada. Sino es un factor que se agrega a los demás de manera sinérgica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Adam, R.** (1988). Implications of Global Climate Change for Western Agriculture. *Western Journal of Agricultural Economics*. XIII (2), pp. 348-356.

**Cardona, O. D.** (1993). Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En A. Maskrey, *Los desastres no son naturales*. Tercer Mundo Editores.

**Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., y Araujo, R.** (2004). Impactos del cambio climático en la agricultura en México. En J. Martínez , y A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México*. pp. 227-238. México: SEMARNAT-INE.

**Espinosa, T., y Gutiérrez, M. E.** (2010) Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Diagnóstico inicial, avances, vacíos y potenciales líneas de acción en Mesoamérica. Nueva York: Banco Interamericano de Desarrollo.

**FAO.** (2003). *World Agriculture Towards*". Recuperado el 25 de 01 de 2013, de Food and Agriculture Organization: [http://www.fao.org /documents/show\\_cdr. asp?url\\_file=/docrep/004/y3557e/ y3557e00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm).

**Feenstra, J., Burton, I., Smith, J. B., y Tol, R. S.** (1998). *Handbook on Methods of Climate Change Impacts Assesment and Adaptation Strategies*. Amsterdam, Netherlands: United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya/Institute for Environmental Studies.

**Galindo, L. M.** (2009). *La economía del cambio climático en México. Síntesis*. México: SEMARNAT.

**Gay, C., Estrada, F., y Martínez, B.** (2010). Cambio climático y estadística oficial (INEGI, Ed.) *Revista Internacional de Estadística y Geografía*. Vol 1 (1), pp. 1-7.

**Grayeb, B. E., Álvarez, C. C., Cortez, R. E., y Ruiz, G. C.** (2009). Programa de Estudios sobre Cambio Climático de la Universidad Veracruzana. (U. Veracruzana, Ed.). Recuperado marzo de 2013 del Programa Veracruzano ante el Cambio Climático:[http://www.peccuv.mx/descargas/pdf/reportes\\_](http://www.peccuv.mx/descargas/pdf/reportes_)

investigacion/Cap%C3%ADtulo%205%201%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20Vulnerabilidad%20Agr%C3%ADcola.pdf.

**INEGI.** (9 de Septiembre de 2015). Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://mapserver.inegi.org.mx/dsist/prontuario/index2.cfm>.

**IPCC.** (2000). *Special Report on Emissions Scenarios*. Nakicenovic, N. and Swart, R. (eds.). UK. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, p. 570

**IPCC** (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra. (2007).

**IPCC.** (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 582 pp.

**IPCC** (2014). Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.

**Jiménez, T.** (2005). Manejo de desastres naturales. Apuntes de clase del curso. Turrialba, CR. CATIE. 286 p.

**Magaña, V. O.** (2004). El cambio climático global: comprender el problema. En J. Martínez, & A. Fernández, Cambio climático: una visión desde México. pp. 17-27. México: INE-SEMARNAT.

**Magaña, V. O.** (2010). Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones. México: Instituto Nacional de Ecología.

**Ortiz, P. C. F.** (2010). Competitividad Agrícola y Cambio Climático en Michoacán: Tendencias de los Mercados Internacionales y Huella de Carbono. En M. M. López, y FCCA (Ed.), Gestión e Innovación en las Ciencias Administrativas y Contables. Vol. 1, p. 28. Morelia: FCCA UMSNH.

**Ortiz, P. C. F.** (2015). Vulnerabilidad agrícola y cambio climático en Michoacán. Informe Parry, M., Palutikof, J., Hanson, C., y Lowe, J. (2008). Squaring Up to Reality. Nature (2), pp. 68-71.

**SAGARPA-SIAP.** (2014) Cierre de la producción agrícola por cultivo. Recuperado el 18 de Septiembre de 2014, de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo>.

**Stern, S. N.** (2007). The economic of climate change: The Stern review. Cambridge University Press. United Kingdom.

**Torres, P., Cruz, J. G., y Acosta, R.** (2011). Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático, agendas de adaptación y sistemas institucionales. Política y Cultura., vol. 36, pp. 205-232.