

Vulnerabilidad económica municipal del impacto agrícola ante condiciones de cambio climático en Michoacán

Municipal economic vulnerability of agricultural impact in the face of climate change conditions in Michoacan

(Recibido: 05/febrero/2017 –Aceptado: 13/septiembre/2017)

*Carlos Francisco Ortiz-Paniagua
América Ivonne Zamora-Torres
Joel Bonales-Valencia**

Resumen

La agricultura constituye una fuente importante de ingresos en algunas regiones de Michoacán, México. No obstante, la economía agrícola se ve amenazada por eventos hidrometeorológicos, como eventos extremos, (sequías, heladas, granizadas, inundaciones, etc.), variabilidad climática regional, cambio climático global y la competencia nacional e internacional. El presente artículo implementa un índice denominado Vulnerabilidad

* Profesores Investigadores de Tiempo Completo del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.
E-mail: cfortiz@umich.mx, jbonales@gmail.com, y azamora@umich.mx.

Económica del Impacto Agrícola (IVEIA) y de manera simultánea se realiza un análisis de cuadrantes con los dos componentes del IVEIA; la participación económica de la agricultura en la economía municipal y la vulnerabilidad de los productores agrícolas. Los resultados muestran la viabilidad para la implementación de un índice de vulnerabilidad y una notable diversidad en cuanto a la vulnerabilidad económica del impacto agrícola municipal en Michoacán.

Palabras Clave: índice de vulnerabilidad agrícola, cambio climático, economía agrícola.

Clasificación JEL: D11, Q26, Q01, Q57.

Abstract

Agriculture is an important source of income in some regions of Michoacan, Mexico. However, the agricultural economy is threatened by hydro-meteorological events such as extreme events (drought, frost, hail, flood, etc.), the regional climate variability, global climate change and national and international competition. The present article implements an index denominated Economic Vulnerability of the Agricultural Impact (IVEIA). Simultaneously, an analysis of the quadrants with the two components of the IVEIA has been made; The economic participation of agriculture in the municipal economy and the vulnerability of agricultural producers. The results show the feasibility for implementing a vulnerability index and a remarkable diversity in the economic vulnerability of the municipal agricultural impact in Michoacán.

Keywords: vulnerability agriculture, index, climatic change, agricultural economy

Clasificación JEL: D11, Q26, Q01, Q57.

1. Introducción

Se estima que para el 2040 la población ascenderá a 9.1 mil millones de personas, por lo que la agricultura requiere seguir incrementando su productividad (rendimiento por hectárea) para satisfacer la creciente demanda. A escala mundial 75% de las poblaciones que viven en áreas rurales del planeta dependen del sector agropecuario (Torres, *et. al.*, 2011). En el mismo sentido, según la FAO (2014) 500 millones de agricultores pertenecen al núcleo familiar, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo y son altamente vulnerables a lo que ocurra con este sector. Por lo que la reducción del rendimiento agrícola ocasionada por sequías, inundaciones o heladas, pone en riesgo el abastecimiento de la creciente demanda, impactando sobre los precios (inflación) y reduciendo el poder adquisitivo.

Uno de los efectos probables del cambio climático sobre la agricultura es que los rendimientos puedan disminuir por las mayores temperaturas, como consecuencia del estrés térmico e hídrico, acortamiento de la estación de crecimiento, mayor presencia de plagas y enfermedades (Carriquiry, 2011). Por lo que se puede asumir que los productores agrícolas enfrentarán el reto de mantenerse y de ser competitivos en el ámbito comercial y productivo; a la vez que crecen las amenazas como el comportamiento incierto de factores hidro-meteorológicos y la incertidumbre del comportamiento del mercado.

Al respecto, la agricultura es fundamental para el sostenimiento de las poblaciones humanas en dos aspectos: 1) provee a las poblaciones humanas de alimentos, materias primas, medicinas y otros bienes económicos; y 2) provee de servicios eco-sistémicos, como: cultura y tradiciones en relación a la actividad agrícola, biodiversidad, formación de suelo, regulación de los ciclos hídricos, secuestro de carbono, entre otros. Las implicaciones del cambio climático en la agricultura apuntan a un cambio en la distribución de la vegetación que influye directamente en la producción de los cultivos (Conde, *et. al.*, 2004).

La importancia del campo a escala global radica en el hecho de que actualmente 47%¹ de la población mundial habita en zonas rurales² (Banco Mundial, 2014), y la ocupación en el sector primario alcanza la tercera parte de la población empleada. Vista desde los continentes, África es el que más proporción de población rural tiene con 58%, en tanto que Norte América es el que menos tiene con 2%. La migración del sector rural, como consecuencia de la intensificación y prolongación de sequías, se puede apreciar en África (Naude, 2010) y México (Schmidt-Verkerk, 2010). Bajo esta perspectiva el cambio climático constituye una amenaza e impacta en las condiciones en que se inserta el sector rural en los mercados y la competitividad global.

Michoacán participa con 10% del PIB agrícola nacional y la agricultura aporta 7% del PIB estatal, constituyéndose en una actividad económica fundamental para algunas regiones y municipios. De esta manera, los ejes de trabajo giran en torno a ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad de los productores agrícolas a la exposición de fenómenos como el cambio climático? ¿Cuál es el grado de dependencia económica municipal de la agricultura? O bien, de manera más general se puede plantear: ¿Cuál es la vulnerabilidad económica del impacto agrícola municipal ante el cambio climático?

¹ 3,336 millones de personas.

² Población rural se refiere a las personas que viven en zonas rurales según la definición de la oficina nacional de estadísticas. Se calcula como la diferencia entre la población total y la población urbana.

El objetivo del presente trabajo consiste en implementar una metodología para conocer la vulnerabilidad de los productores agrícolas a escala municipal, proponiendo un índice de vulnerabilidad económica del impacto agrícola que ayude a identificar esto y un análisis de cuadrantes que relacione la vulnerabilidad y la participación económica de la agricultura. Para alcanzar el propósito el documento se integra de cinco apartados, en el primero se abordan los elementos teóricos sobre cambio climático y vulnerabilidad, en el segundo apartado se presentan algunos estudios antecedentes sobre la agricultura y el cambio climático. Para el tercer apartado se expone la metodología y técnicas empleadas, en el cuarto apartado se exponen los resultados, por último, la quinta sección muestra las conclusiones.

2. Agricultura y cambio climático, hacia una revisión de estudios antecedentes

Los escenarios de emisiones propuestos por el IPCC³ parten de cuatro diferentes estilos posibles de desarrollo socioeconómico global, en función del tipo de políticas que se implementen. Dichos escenarios describen las relaciones entre las principales fuerzas demográficas, económicas, energéticas y tecnológicas; así como su implementación local, regional o global simulan las emisiones futuras de GEI.⁴ Las implicaciones del cambio climático para el bienestar humano van desde las económicas, hasta las de salud y alteración de ecosistemas.

Algunos estudios que han analizado la vulnerabilidad agrícola, empleando los escenarios A2 y B2 propuestos por el IPCC y por medio del modelo regional del CIMA para el 2080, en la región pampera argentina. Encontraron que para el escenario A2 se alcanzaría una reducción promedio del rendimiento de 4% en trigo, 9% en maíz y 14% en soja. En tanto que para el escenario B2 la reducción media sería trigo (3%) y maíz (6%), y en soja incrementos del 3% (Magrin, *et al.*, 2009). En América Latina, estudios sobre el impacto del cambio climático en el sector agrícola en El Salvador y en Costa Rica encontraron en el primer país una alta vulnerabilidad a los efectos climáticos, evidencia de ello es el aumento en número e intensidad de fenómenos hidrometeorológicos que han culminado en desastres en los últimos años. A futuro se espera que se intensifiquen dichos fenómenos, a la vez que aumente la temperatura promedio y disminuya la precipitación pluvial. Hacia el año 2100 proyectan que en la región el clima aumentará entre 2°C y 5°C y

³ Intergovernmental Panel on Climate Change; Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

⁴ Gases de efecto invernadero.

que la precipitación disminuirá entre 18% y 40% (Ordaz, Ramírez, Mora, Acosta y Serna, 2009).

Para Costa Rica los cambios en la producción agrícola y las ganancias económicas serían afectadas. Los impactos económicos del cambio climático sobre la producción agropecuaria en relación al PIB de 2007, se estiman pérdidas entre 1% y 2% del PIB hacia 2050, a una tasa de descuento de 4%. En tanto que en lo referente al sector turístico, encontraron en sus modelos que el incremento en la temperatura reducirá la demanda de alquiler, alcanzando una disminución del 1.2% en los ingresos que provienen del alquiler de la propiedad, (Ordaz, *et. al.*, 2010).

En México se destacan algunos estudios sobre el impacto del cambio climático en el sector agrícola a escala nacional y local, como: Flores *et al.*, (2000); Ferrer *et al.*, (1995); Conde *et al.*, (2004); Gay, (2000). Se resalta que la actividad agrícola bajo condiciones de cambio climático requiere de escenarios precisos, dada la vulnerabilidad de este sector a cambios en el clima y a su dependencia de los regímenes de lluvia, especialmente las superficies de temporal y su relación con los cultivos alimentarios y de autoconsumo. Se desprende que la agricultura es uno de los rubros más vulnerables a los posibles cambios en el clima de las diferentes localidades, así como por los posibles desastres hidro-meteorológicos que pudieran llegar a impactar a los mismos (Conde, Ferrer, Gay, & Araujo, 2004).

Tinoco *et al.*, (2011), realizaron un estudio sobre el efecto del cambio climático en la distribución potencial del maíz en el estado de Jalisco. Empleando dos modelos de cambio climático para el periodo 2041-2060, bajo el escenario A2. Los resultados mostraron un incremento en la superficie no apta para el cultivo del maíz en 63.6% para el modelo de cambio climático GFDL y en 90.8% para el modelo Hadley. Las regiones Centro, Norte y Este de Jalisco son las que registran los cambios de mayor magnitud. La disponibilidad de humedad en el suelo es el factor que se ubica como el componente limitante para el desarrollo del cultivo de maíz.

Posteriormente Granados y Sarabia (2013), realizaron un estudio en un Distrito de Desarrollo Rural de Toluca, Estado de México para analizar las posibles alteraciones que puede traer el cambio climático en la producción de maíz de temporal. Se aplicó el modelo de Cambio Climático Hadley, de los escenarios de emisiones A2 y B2 para el 2050. Los resultados obtenidos mostraron que las variables temperatura y precipitación tendrán desenlaces negativos en el desarrollo fenológico de maíz. Se afectará la floración que tendría implicaciones directas en reducción acentuada de la producción. El cambio climático más probable es el ascenso de la temperatura del aire en promedio de 2°C; en cuanto a la precipitación pluvial la alteración es mayor, en algunos casos se escenifica una disminución de 40%; sin embargo, es de esperarse que existan regiones donde la precipitación aumente.

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, (2009) utiliza tres modelos para determinar los impactos del cambio climático en la agricultura, siendo estos modelos: función de producción, 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:

- 1 El aumento del CO₂ tiene un impacto positivo significativo sobre la producción y el rendimiento del sector agropecuario al menos dentro de ciertos rangos.
2. Un aumento de la temperatura tiene un impacto inicial positivo en la producción y en los rendimientos; sin embargo, pasando ciertos límites de temperatura los impactos se hacen negativos. Los cambios en los patrones de precipitación tienen un impacto importante en la producción y los rendimientos agropecuarios que puede también representarse como una función no lineal similar a la temperatura.
3. En la mayoría de los resultados empíricos se observa que los cambios en la temperatura son más importantes que aquellos asociados a la lluvia.
4. Los impactos específicos son fuertemente dependientes de los agro-climas, del tipo de suelo y de la sensibilidad al CO₂ 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 lluvias. 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 reducción importante de los rendimientos agrícolas.

Para 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, 2011). El aporte al PIB del sector primario nacional representa 10%, se trata del cuarto estado en importancia por el valor de su producción y el primero en cuanto a su producción agrícola (SAGARPA, 2016). 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).

Los productores más competitivos en materia agrícola para Michoacán son aquellos clasificados como mixtos; venta regional y nacional; y como exportadores; venta destinada a la exportación, como los definen Ortiz y del fin, (2011). Coincide con el estudio de Escobar, *et. al.*, 1996, quienes encuentran que la infraestructura productiva en Michoacán a escala regional se concentra en pocos productores, quienes poseen mayor competitividad, se muestra que uno de los grandes retos del campo lo constituye la modernidad.

3. Consideraciones teóricas

3.1. El cambio climático

El cambio climático se define como el cambio de clima que es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (ONU, 1992:6). En esta convención se mantiene el “acuerdo” de que el cambio climático se atribuye a las actividades humanas. La implicación práctica conlleva a que se definan una serie de acuerdos para que los países participantes apliquen medidas de política que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero, así como otras acciones que se supone inhibirían la producción de dichos gases.

Aunque la presencia de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera guarde una relación con el incremento de la temperatura, no necesariamente obedece a estos; o bien, no sólo a estos. La variabilidad climática ha sido una constante en el planeta, de manera que los cambios son parte de la normalidad climática. Al respecto han sido documentadas las variaciones climáticas por largos periodos de tiempo. Los elementos que naturalmente ocasionan este fenómeno son: cambio en la radiación solar, erupciones volcánicas, variaciones en la vegetación, tormentas solares, corrientes oceánicas, variaciones orbitales, erupciones volcánicas, entre otros (Montoya, 2009).

Para quienes el cambio climático no es ocasionado por la actividad humana y la acumulación de gases que reciclan la radiación solar, se aprecian tres elementos de evidencia. 1) El cambio climático siempre ha existido y no se relaciona con el CO₂, cuya presencia en la atmósfera es ínfima, para incidir en la absorción de energía solar. Se da una importancia mínima del CO₂ en la atmósfera. (Ponce y Cantú, 2012). A la vez que la temperatura global del planeta disminuyó de 1940 a 1980 en promedio, situación que no obedeció a la concentración de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera. 3) Los modelos de reconstrucción del clima muestran una recurrencia a las variaciones climáticas en comparación con

otras épocas, actualmente no se ha alcanzado temperaturas mayores a las del siglo xiv (Jones, *et. al.*, 2009).

La discusión teórica sobre el cambio climático llega a un punto de acuerdo: a) el cambio climático es una amenaza real y la evidencia señala que el clima efectivamente está cambiando; b) aún hay incertidumbre sobre la celeridad, extensión e incluso sobre la dirección de las alteraciones climáticas, ya que hay evidencias de que sus marcas físicas y económicas en el mundo, se hallan distribuidas desigualmente (Ponce y Cantú, 2012).

3.2. Cambio climático, vulnerabilidad y riesgos para la agricultura

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. La vulnerabilidad, 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).

El cambio climático constituye entonces una amenaza, la vulnerabilidad de un sector es asociada a las consecuencias de las variaciones en el clima. El grado de exposición y la sensibilidad son inherentes a los sistemas naturales y humanos. Los efectos en los mismos dependerán de la capacidad adaptativa de dichos sistemas (Gutiérrez y Espinosa, 2010). Al abordar el tema de la vulnerabilidad de manera intrínseca se relaciona con el concepto de riesgo. El riesgo de desastre es una dimensión probable del daño en un periodo determinado, ante la presencia de una actividad peligrosa. Este tiene dos componentes: la amenaza potencial y la vulnerabilidad del sistema a ella (Vargas, 2002).

La gestión de riesgos de desastre y la adaptación al cambio climático se centran en la reducción de la exposición y de la vulnerabilidad, y en el aumento de la resiliencia a los posibles impactos adversos de los fenómenos climáticos extremos. 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 (Gutiérrez & Espinosa, 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. Con el propósito de identificar y medir la vulnerabilidad se consideran tanto factores climáticos como no climáticos para su evaluación. Dentro de los no climáticos se incluyen parámetros ecológicos, económicos, sociales, demográficos, tecnológicos y políticos (Grayeb, *et. al.*, 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 o comunidades.

De esta manera, la vulnerabilidad ante un evento, depende en gran medida de las capacidades internas para afrontar los peligros y amenazas latentes que puedan ocasionar daños. Al tiempo que la capacidad de resistencia, adaptación y resiliencia al entorno representan la reducción potencial de vulnerabilidad, mismas que dependen en buena medida de capacidades internas. Los fenómenos climáticos como eventos meteorológicos “extremos”, es decir que salen de los valores medios, ponen a prueba las capacidades adaptativas y revelan la vulnerabilidad de los sistemas (ecológicos, humanos, socio-productivos, agrícolas, infraestructura, etc.).

La evidencia en términos de sequías, inundaciones, heladas e incendios, así como tendencias a reducción o incremento de la precipitación o la cantidad de días sin lluvia o días con temperaturas máximas. Por lo que se puede decir que los riesgos del cambio climático cada vez cobran mayor importancia en impactos sobre costos económicos, vidas humanas y destrucción de infraestructura. Situación que a la vez llaman cada vez más la atención de tomadores de decisiones y científicos. En este sentido, la gestión del riesgo se puede entender como un enfoque estructurado para manejar la incertidumbre relativa a una amenaza, a través de una secuencia de actividades humanas que incluyen evaluación de riesgo, estrategias de desarrollo para manejarlo y mitigación del riesgo utilizando recursos gerenciales (Magaña, 2012:5).

4. Materiales y métodos

Ante una lista de amenazas que incluye: huracanes, inundaciones, sequía, desertificación, erosión, incendios en la vegetación y bosques, deslizamiento de tierras, sismos y actividad volcánica (Pontver-Delisies & Balamaseda, 2016), algunas de las cuales se estarían intensificando por el cambio climático –inundaciones, sequías, incendios, heladas y granizadas– (IPCC, 2007). La vulnerabilidad, o potencial susceptibilidad a las amenazas e incremento de riesgos, para los sistemas de producción agrícola en función de las características del territorio pueden ser: población rural, instalaciones y facilidades agropecuarias, actividades agropecuarias, medio ambiente y ecosistemas (Pontver-Delisies & Balamaseda, 2016: 185).

4.1. Vulnerabilidad de los productores agrícolas, el cálculo del IVUPA

Las variables empleadas para calcular la Vulnerabilidad de los Productores Agrícolas (VUPA), tuvieron como punto de partida las siguientes dimensiones: condiciones de infraestructura, apoyo institucional, condiciones técnicas, calidad de la superficie, capacitación, y organización. Tales variables se agruparon en índices (tecnicidad, riego, tracción, instalaciones, calidad de la superficie y acceso a financiamiento) a partir de indicadores que muestran la proporción de productores que disponían del ítem identificado (fertilizantes, semilla, abono, riego, herbicidas...), como se puede apreciar en la tabla 1.

Partiendo de la premisa que la vulnerabilidad económica del impacto agrícola en un municipio dependerá al menos de dos aspectos: a) la VUPA y b) la participación de la actividad agrícola en la economía regional/municipal. De manera que un municipio más vulnerable, será aquél con elevada participación de la agricultura en su economía y con una elevada VUPA.

La medición VUPA se realizó mediante el Índice de Vulnerabilidad de los Productores Agrícolas (IVUPA), empleando la información sobre las unidades agrícolas en Michoacán proporcionada por el Censo Ejidal del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), 2007. Se emplearon 21 indicadores que se describen en la tabla 1. Para cada uno de ellos se identificó primero el tipo de impacto; directo o inverso (+ ó -). Posteriormente se procedió a estandarizar la información, a partir del cociente de la diferencia entre el dato del municipio y la media estatal para cada uno de los ítems (ecuación 1). Por último, a la sumatoria de la estandarización por ítem, se agrega a una sumatoria final, se obtiene la inversa del resultado y con ello el IVUPA, que permite comparar municipios y regiones de Michoacán. En el anexo se agrega la nota metodológica 1, con la información; no se muestra la base de información completa para los municipios de Michoacán, sin embargo, si se aprecia el procedimiento metodológico.

Tabla 1
Variables sobre vulnerabilidad de los productores agrícolas

<i>Tecnicidad (+)</i>	<i>Riego (+)</i>	<i>Tracción (+)</i>	<i>Instalaciones (+)</i>	<i>Calidad de la superficie (-)</i>	<i>Acceso a financiamiento (+)</i>
Fertilizantes químicos, semilla mejorada, abonos naturales, herbicidas químicos, insecticidas químicos, insecticidas orgánicos, quema controlada y otra tecnología	Usa riego	Mecánica no mecánica solo herramientas manuales	Beneficiadora, deshidratadora, empacadora, seleccionadora, desfibradora y otras instalaciones	Ensalitrada o erosionada	Seguros y/o Créditos

Fuente: Elaboración propia.

Para verificar que las variables empleadas han sido representativas se realizó un análisis factorial de componentes principales. Se observa que el aporte a la varianza se concentra en el factor 1, destacando técnica, instalaciones y tracción; por lo que este factor se asocia con capacidades desarrolladas por los productores en términos de infraestructura. En tanto el factor dos tiene una presencia destacada de la disponibilidad de riego, el aporte principal del factor 3 es el acceso a financiamiento y por último el factor cuatro parece indicar una relación diferente a todos los factores en calidad de la superficie, con un aporte menor al comportamiento de la varianza. (Véase tablas 3 y 4). De esta manera se puede argumentar que la información empleada para conocer la vulnerabilidad de los productores agrícolas es pertinente en términos de la cantidad de variables y su aporte a la varianza se distribuye en los primeros cuatro factores, con mayor peso en el primero.

Tabla 2
Vectores propios y cargas factoriales de las variables del IVUPA en Michoacán

	<i>F1</i> (Infraestructura y mejoramiento de la producción)	<i>F2</i> (Riego)	<i>F3</i> (Financiamiento)	<i>F4</i> (Superficie)	<i>F5</i>	<i>F6</i>
Técnica	0.550	0.175	0.269	-0.233	0.170	0.715
Riego	-0.091	-0.832	0.340	-0.427	0.035	-0.002
Instalaciones	0.535	-0.099	-0.196	-0.021	0.661	-0.478
Tracción	0.503	0.114	0.015	-0.369	-0.673	-0.381
CS*	0.303	-0.491	-0.587	0.403	-0.262	0.302
Financiamiento	-0.241	0.113	-0.655	-0.681	0.109	0.157

*Calidad de la superficie

Fuente: Elaboración propia con información de la Nota 1 del anexo metodológico.

Tabla 3
Matriz de componentes principales: valores propios y aporte a la varianza

	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>F4</i>	<i>F5</i>	<i>F6</i>
Valor propio	2.11	1.01	0.97	0.92	0.60	0.37
Variabilidad (%)	35.18	16.85	16.26	15.42	10.01	6.25
% acumulado	35.18	52.03	68.30	83.72	93.74	100

*Calidad de la superficie

Fuente: Elaboración propia, se muestra parte de la base de datos en la nota 1 del anexo.

Tabla 4
Aporte de las variables (%)

	<i>F1</i>	<i>F2</i>	<i>F3</i>	<i>F4</i>	<i>F5</i>	<i>F6</i>
Tecnicidad	30.273	3.066	7.232	5.415	2.899	51.115
Riego	0.822	69.248	11.539	18.269	0.121	0.000
Instalaciones	28.607	0.976	3.852	0.046	43.676	22.844
Tracción	25.300	1.291	0.022	13.642	45.266	14.480
CS*	9.168	24.142	34.484	16.256	6.846	9.104
Financiamiento	5.830	1.278	42.870	46.372	1.192	2.457

*Calidad de la superficie

Fuente:Elaboración propia, se muestra parte de la base de datos en la nota 1 del anexo.

4.2. Participación de la agricultura en la economía municipal (Aij)

El siguiente cálculo que se realizó fue la obtención de la proporción del valor de la producción agrícola municipal en el valor económico total, se aprecia en la tabla 5, obteniendo el cociente del valor de la producción agrícola entre el valor de la producción municipal. Para lo que se integraron las actividades económicas: agricultura, ganadería, actividad forestal, pesca, industria, comercio y servicios.

Tabla 5
Participación de la agricultura en la economía municipal.

<i>Índice</i>	<i>Información</i>	<i>Operacionalidad</i>
Agricultura en el municipio (Aij)	Proporción del valor de la actividad económica agrícola en relación a la economía municipal	$Aij = \frac{V_{ij}}{\sum_{i=1}^n V_{ij}}$

Fuente: Elaboración propia.

El procesamiento de la información emplea dos maneras de sistematizar los resultados, por una parte, se obtiene el producto de $IVUPA * Aij$ para calcular un Índice de Vulnerabilidad Económica del Impacto Agrícola Municipal (IVEIAM). Por otra parte, se muestran las cuatro posibles combinaciones de $IVUPA$ y Aij . Ambos métodos buscan destacar aquellos municipios con mayor vulnerabilidad.

4.3. Procesamiento de la información

El procesamiento de la información se realizó mediante una estandarización de las distintas variables que conforman el índice de vulnerabilidad agrícola, la estandarización consiste en normalizar los valores para convertirlos a valor homogéneos cuantificables entre sí, el cálculo se efectúa de la siguiente manera:

$$VNx_1 = \frac{(x_1 - x_m)}{\sigma_x} \quad (1)$$

Donde:

VNx_1 : valor normalizado de x_1

x_1 : valor del indicador

x_m : media de la serie x

σ_x : desviación estándar de la serie x

Una vez estandarizada la información se organizó en cuatro cuadrantes a partir de la media estatal, considerando la media como cero; valor central; en un plano cartesiano se clasificaron los municipios en función del *IVUPA* (ordenadas) y de *Aij* (abscisas).

5. Resultados: vulnerabilidad económica del impacto agrícola en Michoacán

5.1. Relación entre *IVUPA* y *Aij*, en los municipios de Michoacán

En la figura 1 se aprecian cuatro cuadrantes, en las abscisas se tiene la variable *Aij* y en las ordenadas el resultado del *IVUPA*. Una vez estandarizados, los datos se observan en el cuadrante I, se muestran los resultados por encima de la media estatal en cuanto a vulnerabilidad (*IVUPA*) y participación de la agricultura en la economía (*Aij*), siendo 24 municipios. En tanto que en el cuadrante IV, se aprecian 46 municipios con elevado *IVUPA* y baja *Aij*. En tanto que en el cuadrante II, 21 municipios presentan condiciones de vulnerabilidad menos desfavorables (*IVUPA*), pero elevada participación agrícola en la economía municipal (*Aij*). Por último, en el cuadrante III, se tienen 22 municipios, con bajas condiciones de vulnerabilidad de los productores agrícolas y baja participación de la agricultura en la economía.

Figura 1
Ordenación del IVUPA e Aij, en los municipios de Michoacán

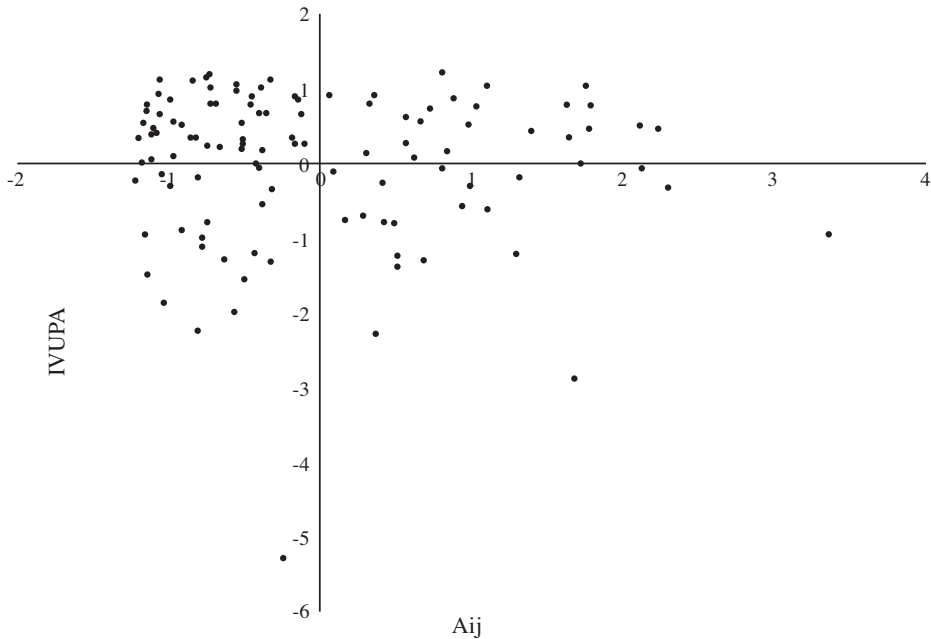
<i>Cuadrante IV</i> Acuitzio, Aguililla, Angangueo, Aporo, Aquila, Arteaga, Coeneo, Cotija, Cuitzeo, Charapan, Charo, Cherán, Chilchota, Chucándiro, Churintzio, Churumuco, Erongarícuaro, Gabriel Zamora, Huandacareo, Huaniqueo, Huiramba, Irimbo, Jacona, Jiquilpan, Lagunillas, Madero, Marcos Castellanos, Lázaro Cárdenas, Morelos, Nocupétaro, Numarán, Ocampo, Paracho, Pátzcuaro, La Piedad, Purépero, Queréndaro, Quiroga, Sahuayo, San Lucas, Tangamandapio, Taretan, Tlalpujahua, Tlazazalca, Tumbiscatío y Tzintzuntzan.	<i>IVUPA (+)</i>	<i>Cuadrante I</i> Briseñas, Coahuayana, Copándaro, Chavinda, Chinicuila, Ecuandureo, Epitacio Huerta, Indaparapeo, Ixtlán, Juárez, Nuevo Parangaricutiro, Nuevo Urecho, Pajacuarán, Panindícuaro, Parácuaro, Peribán, Cojumatlán, de Régules, Santa Ana Maya, Senguio, Susupuato, Tangancícuaro, Tocumbo, Tuxpan y Tzitzio.
<i>Aij (-)</i>	0	<i>Aij (+)</i>
<i>Cuadrante III</i> Angamacutiro, Apatzingán, Coalcomán de Vázquez Pallares, Hidalgo, La Huacana, Huetamo, Jiménez, Maravatío, Morelia, Múgica, Nahuatzen, Puruándiro, Tarímbaro, Tepalcatepec, Tiquicheo de Nicolás Romero, Uruapan, Vista Hermosa, Zacapu, Zamora Zinápapo, Zinapécuaro y Zitácuaro.	<i>IVUPA (-)</i>	<i>Cuadrante II</i> Álvaro Obregón, Ario, Buenavista, Carácuaro, Contepec, Jungapeo, Penjamillo, Los Reyes, Salvador Escalante, Tacámbaro, Tancítaro, Tanhuato, Tingambato, Tingüindín, Turicato, Tuzantla, Venustiano Carranza, Villamar, Yurécuaro, Ziracuaretiro y José Sixto Verduzco

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2, se puede ver la magnitud y la distribución de los resultados en los cuatro cuadrantes. Cabe destacar que en los resultados se encontró que aquéllos municipios con *Aij* más elevado son: Tancítaro, Tingüindín, Ecuandureo, Villamar, Peribán, Tzitzio, Nuevo Urecho, Juárez, Jungapeo y Salvador Escalante. Ésta situación denota una dependencia importante de la actividad agrícola y por tanto relativamente sensible a los fenómenos hidro-meteorológicos extremos. Los municipios con mejor *Aij*, fueron: Marcos Castellanos, Hidalgo, Sahuayo, Zacapu, Pátzcuaro, La Piedad, Lázaro Cárdenas y Morelia, lo que obedece a una mayor participación de otras actividades económicas de los sectores secundario y terciario.

En el mismo sentido, los municipios con mayores niveles de vulnerabilidad de los productores agrícolas, según el IVUPA, son: Chinicuila, Huiramba, Tzintzuntzan, Huandacareo, Nocupétaro, Tlazazalca, Chucándiro, Coahuayana, Juárez, Tumbiscatío, Madero, Morelos y Cojumatlán de Régules. Para estos municipios la resistencia ante fenómenos hidro-meteorológicos sería limitada, dado que muestran bajas capacidades para desarrollar competitividad o bien una elevada vulnerabilidad. Los municipios con menor vulnerabilidad de los productores agrícolas fueron: Tacámbaro, Vista Hermosa, Venustiano Carranza, Hidalgo, Puruándiro, Zitácuaro, Zinapécuaro, Uruapan, Buenavista, Salvador Escalante y La Huacana.

Figura 2
Distribución por cuadrantes de la relación *IVUPA* y *Aij*.



Fuente: Elaboración propia con datos del anexo.

5.2. Vulnerabilidad económica del impacto agrícola desde el IVEIAM en Michoacán

Se integran ambos indicadores el *IVUPA* y el *Aij*, con el propósito de encontrar aquellos municipios para los cuales la combinación de ambas situaciones dé como resultado el conocimiento de la vulnerabilidad económica. Por lo que el *IVEIAM* tiene como propósito sistematizar la información de ambos índices. La tabla 6, muestra los municipios con un efecto mayor de la vulnerabilidad económica del impacto agrícola, partiendo del supuesto que el cambio climático está incrementando la probabilidad de ocurrencia de fenómenos hidro-meteorológicos, por lo que en el futuro se espera que esto continuará.

De esta manera, se asume en el presente trabajo que el cambio climático representa una amenaza latente y que uno de los sectores económicos que se ven más afectados es la agricultura. En Michoacán el cálculo del *IVEIAM* pretende identificar aquellos municipios en los que será impactada directamente dicha actividad, además

de la vinculación de la misma con el resto de la economía. Al respecto, de los 113 municipios que integran el estado de Michoacán, 46 se sitúan en una condición de alta o muy alta vulnerabilidad; es decir muy por arriba de la media.

Tabla 6
El IVEIAM en los municipios de Michoacán

<i>Muy Alta</i>	<i>Alta</i>	<i>Moderada</i>	<i>Baja</i>	<i>Muy Baja</i>
Tancitaro, Ecuandureo, Peribán, Juárez, Tingüindín, Tzitzio, Villamar, Nuevo U., Ixtlán, Parácuaro, Jungapeo, Nuevo P., Susupuato, Coahuayana, Senguio, Penjamillo, Chinicuila, Tuxpan, Tangancicuaro, Copándaro, Epitacio H., Alvaro O., Tanhuato, Ario, Indaparapeo, Tingambato, Contepec y Chavinda	Pajacuarán, Tocumbo, Briseñas, Santa Ana Maya, Salvador E., Tuzantla, Panindícuaro, Tacámbaro, Carácuaro, Cojumatlán, José S. V., Turicato, Venustiano C., Ziracuaretiro, Los Reyes, Yurécuaro, Gabriel Z. Y Aquila	Charo, Erongarícuaro, Numarán, Queréndaro, Buenavista, Nocupétaro, Madero, Aguililla, Tangamandapio, Aporo, Charapan, San Lucas, Jiménez, Huaniqueo, Tepalcatepec, Zináparo, Chucándiro, Angamacutiro Churintzio, Morelos, Acuitzio, Cotija, Irímbo, Vista H., Huetamo, Chilchota, Tumbiscatio, Huiramba, Coeneo, Tzintzuntzan, Churumuco y Puruándiro.	Ocampo, Tarímbaro, Zinapécuaro, Tlazazalca, Maravatío, Taretan, Múgica, Tlalpujahua, Tiquicheo, Coalcomán, Anganguero, Uruapan, Nahuatzen, Jiquilpan, Cherán, Jacona, Apatzingán y La Huacana	Huandacareo, Lagunillas, Purépero, Zamora, Cuitzeo, Zitácuaro, Arteaga, Quiroga, Paracho, Marcos C., Sahuayo, Hidalgo, Zacapu, Pátzcuaro, La Piedad, Lázaro C. y Morelia

Fuente: Elaboración propia

Interesa destacar aquéllos municipios que han quedado en el cuadrante I y que tienen un IVEIAM más alto, para ver encontrar los que han coincidido. Al respecto, 24 municipalidades quedaron en esta condición y que al parecer son los municipios que presentarían más vulnerabilidad económica del impacto agrícola; por tratarse de los que presentan una mayor participación de la agricultura en la economía y contar con la mayor vulnerabilidad de los productores agrícolas. Dichos municipios son: Briseñas, Chavinda, Chinicuila, Coahuayana, Cojumatlán, Copándaro, Ecuandureo, Epitacio Huerta, Indaparapeo, Ixtlán, Juárez, Nuevo P., Nuevo U., Pajacuarán, Panindícuaro, Parácuaro, Peribán, Santa Ana Maya, Senguio, Susupuato, Tangancicuaro, Tocumbo, Tuxpan y Tzitzio.

Por último, se aprecia también una relación entre aquellos municipios que tienen una baja y muy baja vulnerabilidad con los municipios con agricultura de exportación y de elevada productividad y destino del mercado regional y nacional, como lo demuestran Ortiz y Delfin (2011).

Conclusiones

El presente estudio realizó una aproximación de los municipios que se muestran más sensibles o vulnerables a los impactos probables del cambio climático, en particular en el aspecto agrícola. No obstante, se trata solo de un primer acercamiento para continuar con el desarrollo de esta línea de investigación en relación a aspectos como: tipo de cultivos e impacto particular en los mismos. Así como vinculación directa con otros sectores de la economía como la agroindustria o el transporte.

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. Se aprecia que Tarímbaro, Ario, Vista Hermosa, Venustiano C., Uruapan, Salvador E., Puruándiro y Buenavista entre otros que mantienen una baja vulnerabilidad agrícola.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la vulnerabilidad agrícola ante el cambio climático por municipios. Por lo cual se trata de un enfoque innovador, que sugiere una técnica particular para alcanzar dicho propósito. Los resultados demuestran que Michoacán es un mosaico de municipios con diversidad en cuanto a la vulnerabilidad en materia agrícola. Aquellos municipios menos vulnerables, el presente estudio asumiría que son también los municipios con mejores capacidades de adaptación ante fenómenos como el cambio climático.

Las variables empleadas para la medición de la vulnerabilidad agrícola al cambio climático fueron agrupadas en: tecnicidad, riego, instalaciones, tracción, calidad de la superficie, acceso a financiamiento y valor de la producción agrícola. Para la tecnicidad se consideraron ocho aspectos (tabla 1), para el riesgo, solo la superficie con acceso a riego en instalaciones se tomó en cuenta si se contemplaba algún tipo de infraestructura, en la tracción, si se empleaba tractor, uso animal o solo manual. Para la calidad de la superficie se consideró la proporción de la tierra en condiciones salitres, en tanto que en acceso a financiamiento se consideró la proporción de productores que tienen acceso al crédito y aseguramiento de la superficie y por último, la proporción que representa la agricultura en la economía municipal (Aij).

El análisis estadístico de la información sugiere que todas las variables hacen un aporte al desempeño del IVUPA, no obstante, las variables relativas a la infraestructura, al riego y al financiamiento tuvieron mayor importancia en el aporte a la varianza.

Entre los municipios menos vulnerables en relación a los productores agrícolas para Michoacán, se pueden mencionar: Buenavista, Puruándiro, Huetamo, Salvador E., Uruapan, Venustiano C., Vista H., Ario, Tarímbaro y Tancítaro. No obstante, al incorporar el impacto agrícola en la economía, los municipios menos vulnerables son: Marcos C., Sahuayo, Hidalgo, Zacapu, Pátzcuaro, La Piedad, Lázaro C. y Morelia.

El presente estudio es solo una primera aproximación para el análisis de los productores agrícolas a escala municipal, es importante contemplar otras variables para la relación directa entre los productores agrícolas y el cambio climático. En tanto, al momento se tiene un panorama general de cuáles serían los municipios que pudieran ser impactados de manera más significativa por este fenómeno.

Bibliografía

- Cardona, O. C. (1993). "Evaluación de la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo. Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo". En, Magkrey, A. (comp.), *Los desastres no son naturales*, Bogotá: Tercer Mundo.
- Carriquiry M. (2011). "Agricultura familiar y cambio climático en el Mercosur ampliado". *Documento preparado por las Plataformas Tecnológicas Regionales de Agricultura Familiar y de Sustentabilidad Ambiental*. PROCISUR, Santiago de Chile, Chile.
- Conde, C., Ferrer, R., Gay, C., & Araujo, R. (2004). "Impactos del cambio climático en la agricultura en México". En J. Martínez, & A. Fernández, *Cambio climático: una visión desde México* (págs. 227-238). México: SEMARNAT-INE.
- Escobar-Moreno, D. A., J. Romero-Peñaloza, J. Andrés-Agustín, M. A. Núñez-Vera, J. Vence-Garduño y D. Rivera-Moctezuma (1996). *Regiones agrícolas de Michoacán*. Centro Regional Universitario Centro Occidente México: Universidad Autónoma Chapingo.
- FAO, IFAD and WFP. (2014). *The state of food insecurity in the world*, FAO, Roma.
- Ferrer, R., C. Conde, G. Villarreal y D. Liverman (1995), "Agricultura en México y cambio climático global", *Memorias del Segundo Taller de "Estudio de País: México"*. *México ante el Cambio Climático*, Cuernavaca, Morelos, 8-11 de mayo, México, pp. 185-196.
- Flores, M., Araujo, R. & Betancourt, E. (2000). *Vulnerabilidad de las zonas potenciales aptas para maíz de temporal en México ante el cambio climático*. En: México: una visión hacia el Siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país. Gay, C. (ed.). INE-UNAM-US. México, D. F. 103-118 pp.

- Galindo, L. M. (2009). La economía del cambio climático en México. *Síntesis*. SHCP-SEMARNAT, México.
- Gay García Carlos (Compilador) (2000). *México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México*. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, US Country Studies Program. México, 220 p. ISBN 968-36-7562-X.
- Granados Ramírez, R., & Sarabia Rodríguez, A. A. (2013). Cambio climático y efectos en la fenología del maíz en el DDR-Toluca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(3), 435-46.
- 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 el 7 de marzo de 2013, de Programa Veracruzano ante el Cambio Climático: <http://www.peccuv.mx/descargas/pdf/reportes_investigacion/Cap%C3%ADtulo%205z%201%20An%C3%A1lisis%20de%201a%20Vulnerabilidad%20Agr%C3%ADcola.pdf>.
- Gutiérrez, M. E., & Espinosa, T. (2010). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. *Diagnóstico Inicial, Avances, Vacíos y Potenciales Líneas de Acción en Mesoamérica. Notas Técnicas, IDB-TN-144*, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Washington, D. C.
- inegi, 2007. Censo Agrícola Ejidal y Ganadero del Estado de Michoacán. Disponible online en: <www.inegi.org-mx>.
- INEGI, 2007. Censo Agrícola Ejidal y Ganadero del Estado de Michoacán. Disponible on-line en: <www.inegi.org-mx>.
- INEGI, 2015. Censos Económicos 2014. Resultados definitivos. Disponible on-line en: <www.inegi.org-mx>.
- INEGI, 2016. Información económica por entidad federativa, Michoacán, 2013. Disponible on-line en: <www.inegi.org-mx>.
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Jones, D. Watkins, A., Braganza, K., and Coughlan, M. (2007), "The Great Global Warming swindle a critique". *Bulletin of Australian Meteorological and Oceanographic Society*, 20(3), pp. 63-72.
- Magaña, R. V. O. (2012). Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático. México: PNUD-INECC-SEMARNAT.
- Magrin, G., Travasso M., López, G., Rodríguez, G. y Lloveras, A. (2009). Vulnerabilidad de la producción agrícola en la Región Pampeana Argentina 2da Comunicación Nacional sobre Cambio Climático componente B3, Argentina.

- Montoya G., G. (2009). "Principios Físicos e Incertidumbre en el Calentamiento Global y el Cambio Climático". Revista *La Tadeo* (74), 33-47
- Naude, W. (2010). Forced Migration from Sub-Sahara Africa: The Conflict-Environmental Link. In J. Jäger, & T. Afifi (Ed.), *Environment, forced migration and social vulnerability* (pp. 43-55): Springer, Heidelberg, Berlin.
- Ordaz, J. L., Ramírez, D., Mora J., Acosta, A., y Serna, B. (2010). Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura. México, CEPAL.
- Ortiz P., C. F. y O. V. Delfin, O. (2011) "Cambio climático y agricultura en Michoacán: certificación de huella de carbono como instrumento de competitividad". *INCEPTUM. Revista de Investigación en Ciencias de la Administración*. 6(10) pp. 387-410.
- Organización de Naciones Unidas (ONU). (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Organización de Naciones Unidas. ONU. New York
- Ponce C., Y. Y. y Cantú Martínez, P. C. (2012). Cambio Climático: Bases Científicas y Escepticismo. (U. A. Juárez, Ed.) *Culcyt//Cambio Climático*, 1 (46), 5-12.
- Ponvert-Delisle, D. R., Lau, A., & Balamaseda, C. (2016). La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres Reflexiones generales. *Zonas Áridas*, 11(1), 174-194.
- SAGARPA, 2016. Sistema de Información Agropecuaria de Michoacán. Disponible on-line: <http://www.gob.mx/siap/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>
- Tinoco-Rueda, J. A., Gómez-Díaz, J. D. y Monterroso-Rivas, A. I. (2011). Efectos del cambio climático en la distribución potencial del maíz en el estado de Jalisco, México. *Terra Latinoamericana*, 29(2).
- Torres, P., Cruz, J. G., & Acosta, R. (2011). "Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. Agendas de adaptación y sistemas institucionales". *Política y Cultura* (36), 205-232.
- Vargas, J. E. (2001). Políticas Públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales y socios naturales. Serie medio ambiente y desarrollo 50, Naciones Unidas CEPAL, Santiago de Chile.

Anexo Nota 1

Construcción del IVUPA el IVEIAM y datos sobre la Aij

Municipio	Datos estandarizados/normalizados. (Ecuación 1)					Datos en escala 0 a 1										
	Tec	R	Inst	Trac	CS	AF	Tec	R	Inst	CS	Trac	AF	Me- dia	IVUPA	Aij	IVELAM
Acutzio	11.00	4.57	0.00	1.16	-0.16	3.30	0.60	0.42	0.00	-0.16	0.24	0.96	0.34	0.66	0.13	0.09
Aguililla	7.98	3.91	0.00	1.33	-0.17	3.33	0.44	0.36	0.00	-0.17	0.27	0.97	0.31	0.69	0.16	0.11
Álvaro O.	11.53	2.93	2.31	1.67	-0.12	3.25	0.63	0.27	0.34	-0.12	0.34	0.95	0.40	0.60	0.42	0.25
Angamacuero	9.77	10.37	0.00	1.39	-0.17	3.24	0.54	0.96	0.00	-0.17	0.29	0.94	0.43	0.57	0.16	0.09
Pátzcuaro	6.05	2.60	0.00	1.86	0.04	3.25	0.33	0.24	0.00	0.04	0.38	0.95	0.32	0.68	0.01	0.01
Penjamillo	11.76	3.58	1.49	1.80	-0.17	3.28	0.64	0.33	0.22	-0.17	0.37	0.96	0.39	0.61	0.48	0.29
Peribán	7.09	4.18	0.68	1.50	-0.16	3.23	0.39	0.39	0.10	-0.16	0.31	0.94	0.33	0.67	0.63	0.42
La Piedad	9.39	6.65	0.15	1.51	-0.17	3.26	0.51	0.62	0.02	-0.17	0.31	0.95	0.37	0.63	0.01	0.00
Purúandiro	17.33	2.76	2.47	3.77	-0.17	3.25	0.95	0.26	0.36	-0.17	0.78	0.95	0.52	0.48	0.14	0.06
Queréndaro	7.03	4.87	0.00	1.51	-0.05	3.27	0.39	0.45	0.00	-0.05	0.31	0.95	0.34	0.66	0.19	0.13
Quiroga	4.50	6.23	0.00	1.37	-0.07	3.36	0.25	0.58	0.00	-0.07	0.28	0.98	0.34	0.66	0.02	0.01
Taretan	4.37	7.37	0.00	1.68	-0.17	3.26	0.24	0.68	0.00	-0.17	0.35	0.95	0.34	0.66	0.07	0.05
Zinapécuaro	11.72	2.64	5.23	2.35	0.29	3.27	0.64	0.25	0.76	0.29	0.49	0.95	0.56	0.44	0.12	0.05
Ziracuaretiro	5.24	4.91	0.62	1.54	0.55	3.23	0.29	0.46	0.09	0.55	0.32	0.94	0.44	0.56	0.28	0.16
Zitácuaro	8.74	8.29	0.82	4.85	-0.03	3.27	0.48	0.77	0.12	-0.03	1.00	0.95	0.55	0.45	0.04	0.02
José S. V.	14.72	4.63	0.48	2.26	-0.04	3.24	0.81	0.43	0.07	-0.04	0.47	0.94	0.45	0.55	0.31	0.17

Notas: Tec = índice de tecnicidad; R = Disponibilidad de riego; Inst = Instalaciones e infraestructura; CS = Calidad de la superficie; AF = Acceso a financiamiento. PRO = Promedio; IVUPA = Índice de Vulnerabilidad de los Productores Agrícolas.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2007; INEGI, 2015; INEGI, 2016 y SAGARPA, 2016.