



Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales

**CAMBIO CLIMÁTICO, CAPACIDADES ADAPTATIVAS Y
AGRICULTURA EN LA REGIÓN CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO**

TESIS

Que para obtener el grado de:

Doctor en Ciencias del Desarrollo Regional

PRESENTA

M.C. AGUSTÍN HERNÁNDEZ SANTOYO

DIRECTOR DE TESIS

DR. JORGE VÍCTOR ALCARAZ VERA

CO-DIRECTOR DE TESIS

DR. CARLOS FRANCISCO ORTIZ PANIAGUA

MORELIA, MICHOACÁN SEPTIEMBRE DE 2022



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL

Dra. Odette Virginia Delfín Ortega.
Presidenta del H. Consejo Técnico.
Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.
P R E S E N T E.

Por medio de la presente le enviamos un cordial saludo y nos permitimos hacer de su conocimiento que una vez revisada la Tesis Doctoral titulada **“CAMBIO CLIMÁTICO, CAPACIDADES ADAPTATIVAS Y AGRICULTURA EN LA REGIÓN CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO”** del alumno **M.C. AGUSTÍN HERNÁNDEZ SANTOYO** del Programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, hemos encontrado que satisface plenamente los requerimientos hechos por el Jurado Sinodal, por lo que otorgamos nuestra autorización para que se lleve a cabo la impresión de la versión definitiva de la citada tesis y se continúe con el proceso de obtención del grado respectivo.

Sin otro asunto que tratar por el momento, quedamos a sus órdenes para cualquier duda o aclaración al respecto.

ATENTAMENTE.

Morelia, Mich., a 08 de Septiembre de 2022

Jurado Sinodal

Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera
Director de Tesis

Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua
Co-Director de Tesis

Dr. Jorge Silva Riquer
Segundo Vocal

Dr. Francisco Javier Ayvar Campos
Primer Vocal

Dra. Alba María Ortega Gómez
Tercer Vocal

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL
CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de Morelia, Mich., el día 08 de septiembre de 2022, el que suscribe **AGUSTÍN HERNÁNDEZ SANTOYO**, alumno del programa de Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional adscrito al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, manifiesta ser el autor intelectual del presente trabajo de tesis, desarrollado bajo la dirección del Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera y la co-dirección del Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua, y cede los derechos del trabajo titulado **CAMBIO CLIMÁTICO, CAPACIDADES ADAPTATIVAS Y AGRICULTURA EN LA REGIÓN CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO** a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo para su difusión con fines estrictamente académicos.

No está permitida la reproducción total o parcial de este trabajo de tesis ni su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin la autorización escrita del autor, director y/o co-director del mismo. Cualquier uso académico que se haga de este trabajo, deberá realizarse conforme a las prácticas legales establecidas para este fin.



AGUSTÍN HERNÁNDEZ SANTOYO

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO REGIONAL

CARTA DE ORIGINALIDAD

A QUIEN CORRESPONDA. –

Por este medio se hace constar que el trabajo de tesis titulado **“CAMBIO CLIMÁTICO, CAPACIDADES ADAPTATIVAS Y AGRICULTURA EN LA REGIÓN CUITZEO, MICHOACÁN, MÉXICO”**, realizado por el alumno **AGUSTÍN HERNÁNDEZ SANTOYO** con matrícula 0455377H del Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional, dirigido por el Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera, fue analizado a través de la herramienta de detección de plagio PlagScan.

Con base en el reporte de las similitudes encontradas por dicha herramienta informática, **se considera que el trabajo de tesis no constituye un plagio** con respecto a obras de terceros.

Los resultados del análisis se encuentran bajo resguardo de la coordinación del Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional y de la Secretaría Académica del Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ATENTAMENTE. –

Morelia, Mich., a 08 de septiembre de 2022.



Dr. Jorge Víctor Alcaraz Vera
Director de Tesis



M.C. Agustín Hernández Santoyo
Alumno



Dr. Carlos Francisco Ortiz Paniagua
Co-Director de Tesis

Dedicatoria

*A mi eterna protectora, mi gran madre Ninfa
(f)*

*A mi familia, Graciela, Guillermo, Guille y
Juan por tenerme entre sus prioridades,
apoyarme y creer en mí.*

*A mi compañera de vida y sueños, Gabriela
“guerrera de mil batallas” Aguirre León.*

*A mi tía Alta y tío Héctor por despertar el mí
la curiosidad e inspirarme a continuar por
este camino.*

*A mis carnales Isaac, Teto e Isra porque nos
seguimos adoptando y su diversidad nos
enriquece como familia.*

*A Dante, quien desde hace mucho tiempo me
motivó a escribir estas líneas; gran profesor
dentro y fuera del aula, pero mejor persona.*

*A Yaayé, por su extraordinaria calidez
humana y brindarme confianza en mi trabajo.*

*A Tavo, Panzón, Diego, Gabo, David, Diana,
Casael, Cone y Ricardo (araña) por su
entrañable amistad.*

Agradecimientos

A todas las personas que hacen posible la entrega de becas del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en tanto organismo financiador externo.

A mi *Alma mater* la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo en particular al Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales por brindar las condiciones intelectuales y materiales para que esto suceda.

A mi asesor y co-asesor los Dres. Jorge Víctor Alcaraz Vera y Carlos Francisco Ortiz Paniagua por su empatía, guiar de la mejor manera mi trabajo, sus consejos y dar un extra para sacar esto adelante. Así mismo a la Dra. Alba María Ortega Gómez quien en un momento complicado guio parte importante de la metodología de este trabajo.

A los Dres. Francisco Javier Ayvar Campos y Jorge Silva Riquer por sus puntuales y enriquecedores aportes durante las distintas evaluaciones.

A mis profesores del ININEE Dres. Antonio Favila Tello, Casimiro Leco Tomas y José Odón García García, por contribuir sustantivamente en mi formación y a definir el planteamiento del problema.

A mi médico, el Dr. Rodrigo Silva Martínez, porque gracias a su cálida y pronta intervención me encuentro escribiendo estas líneas y espero escribir muchas más.

“...para actuar moralmente no hace falta creer en ningún mito o relato. Solo necesitamos comprender de manera profunda el sufrimiento”.

Yuval Noah Harari

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
SIGLARIO	ix
GLOSARIO	xii
RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
INTRODUCCIÓN	xxii
CAPÍTULO I.-FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 PROBLEMÁTICA DE LA AGRICULTURA CAMPESINA EN MICHOACÁN	2
1.1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 JUSTIFICACIÓN	4
1.2.1 Relevancia social	5
1.2.2 Conveniencia	6
1.2.3 Valor teórico.....	6
1.3 PREGUNTAS GENERALES DE INVESTIGACIÓN	6
1.3.1 Preguntas específicas de investigación	6
1.4 OBJETIVOS GENERALES DE INVESTIGACIÓN	7
1.4.1 Objetivos específicos de la investigación.....	7
1.5 HIPÓTESIS GENERALES DE INVESTIGACIÓN	8
1.5.1 Hipótesis específicas	9
1.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	9
1.6.1 Variable dependiente	9
1.6.2 Variables independientes.....	10
1.6.3 Variable interviniente	12
CAPÍTULO II.-CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	13
2.1 CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LA AGRICULTURA: CONTEXTO INTERNACIONAL	14
2.1.1 Agricultura de pequeña escala en África y sus prácticas adaptativas....	16
2.1.2 Agricultura de pequeña escala en Asia.....	21
2.1.3 Acciones de adaptación de la agricultura familiar en América Latina ante el contexto de Cambio Climático	26

2.2 SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA CAMPESINA EN MÉXICO DESDE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ	29
2.2.1 Situación de la agricultura campesina en Michoacán desde la producción de maíz.....	33
CAPÍTULO III.-CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN CUITZEO	43
3.1 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO	44
3.2 Caracterización socioeconómica de la Región Cuitzeo	44
3.3 Elementos de análisis climático de la RC	48
3.3 Caracterización productiva agropecuaria de la RC.....	52
CAPÍTULO IV.-MARCO TEÓRICO	60
4.1 ESTADO DEL ARTE PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES ADAPTATIVAS	61
4.1.1 Desarrollo de capacidades adaptativas y participación social	68
4.2 DESARROLLO REGIONAL	76
4.2.1 La evolución del pensamiento económico como antecedente del concepto de desarrollo.....	77
4.2.2 El desarrollo regional	88
4.3 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y CAMBIO CLIMÁTICO	95
4.3.1 Relevancia de la producción agrícola de pequeña escala	96
4.3.2 Vulnerabilidad de la producción agrícola ante el cambio climático	101
4.3.3 Propuestas metodológicas para la Identificación de la señal de cambio climático.....	111
4.4 HACIA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DESDE LA PERSPECTIVA DEL DESARROLLO REGIONAL ANTE EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO	120
CAPÍTULO V.-MARCO METODOLÓGICO	123
5.1 ELEMENTOS METODOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS INDICADORES	124
5.1.1 Señal de cambio climático	124
5.1.2 Construcción de indicadores de vulnerabilidad municipal agrícola	127
5.1.2.1 Índice de superficie agrícola regional	127
5.1.2.2 Índice de propiedad comunal.....	128
5.1.2.3 índice de definición de derechos sobre la tierra	129
5.1.2.4 Índice de tamaño de productores	130
5.1.2.5 Índice de tipo de agricultura.....	131
5.1.2.6 Índice de tamaño de parcelas.....	131

5.1.2.7 Índice de diversificación agrícola municipal.....	132
5.1.2.8 Índice general de vulnerabilidad agrícola municipal	133
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	133
5.2.1 Alcance	133
5.2.2 Enfoque	134
CAPÍTULO VI.-VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA REGIÓN CUITZEO. RESULTADOS	135
6.1 ESTIMACIÓN DE LA TENDENCIA DE CC EN LA RC	136
6.1.2 Tendencia de cambio climático en la Región Cuitzeo.....	140
6.1.2.1 Estación Acuitzio (16001)	140
6.1.2.2 Estación Carrillo Puerto (16016).....	141
6.1.2.3 Estación Álvaro Obregón (16091)	142
6.1.2.4 Estación Quirio (16105)	143
6.1.2.5 Estación Copándaro (16023).....	143
6.1.2.6 Estación Cuitzeo (16027)	144
6.1.2.7 Estación El Temazcal (16045).....	145
6.1.2.8 Estación Teremendo (16254)	145
6.1.2.9 Estación Santiago Undameo (16120)	146
6.1.2.10 Estación Cointzio (16022).....	147
6.1.2.11 Estación San Miguel del Monte (16114)	147
6.1.2.12 Estación Jesús del Monte (16055)	148
6.1.2.13 Estación Morelia (16081).....	149
6.1.2.14 Estación Presa Malpais (16096).....	149
6.1.2.15 Estación Cuitzillo Grande (16028)	150
6.1.2.16 Estación Huingo (16052)	151
6.1.2.17 Estación Zinapécuaro (16145).....	151
6.1.2.18 Estación Ucareo (16255)	152
6.1.3 Georeferenciación de los resultados de tendencias de cambio climático	153
6.1.3.1 Número de meses de tendencia de Cambio climático identificados	153
6.1.3.2 Distribución de la Tmax en la Región Cuitzeo	156
6.1.3.3 Distribución de la Tmed en la Región Cuitzeo	156
6.1.3.4 Distribución de la Tmin en la Región Cuitzeo	157

6.1.3.5 Distribución de la Precipitación en la Región Cuitzeo	158
6.2 VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA REGIÓN CUITZEO	159
6.2.1 Índice de superficie agrícola regional.....	159
6.2.2 Índice de propiedad comunal.....	161
6.2.3 Índice de derechos sobre la tierra.....	162
6.2.4 Índice de tamaño de productores.....	164
6.2.5 Índice de tipo de agricultura	164
6.2.6 Índice de tamaños de parcelas	165
6.2.7 Índice de diversificación agrícola	166
6.2.8 Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal (IGVAM)	168
6.2.9 Capacidades adaptativas y riesgo municipal de la Región Cuitzeo de Michoacán.	171
6.3 Señal de cambio climático y producción agrícola en la Región Cuitzeo de Michoacán	175
6.4 Discusión	179
CONCLUSIONES, Recomendaciones y Futuras líneas de investigación.....	183
Conclusiones.....	184
Recomendaciones.....	187
Futuras líneas de investigación	189
BIBLIOGRAFÍA	190
ANEXOS	210

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de construcción del Coeficiente de Variación.	38
Cuadro 2. Municipios con mayor y menor CV.	38
Cuadro 3. Producción de maíz de temporal por región en Michoacán.	52
Cuadro 4. Principales cultivos de la región Cuitzeo por su valor de producción del año 2019 (miles de pesos).	54
Cuadro 5. Valor de la producción pecuaria RC 2019 (Miles de pesos)	59
Cuadro 6. Dimensiones y criterios de las capacidades adaptativas y sus raíces en la literatura.	62
Cuadro 7. Variables consideradas en la evaluación de la Capacidad Adaptativa.	66
Cuadro 8. Teorías de crecimiento y desarrollo regional.	91
Cuadro 9. Modelo PER, adaptado a la agricultura familiar andina	101
Cuadro 10. Impactos potenciales y riesgos del cambio climático en América Latina	113
Cuadro 11 Definición de los 27 indicadores básicos de ETCCDI.	114
Cuadro 12. Estaciones meteorológicas seleccionadas Región Cuitzeo.	136
Cuadro 13. Estación Acuitzio (16001) periodo 1961-2007.	141
Cuadro 14. Estación Carrillo Puerto (16016) periodo 1969-2015.	141
Cuadro 15. Estación Álvaro Obregón (16091) periodo 1969-2017.	142
Cuadro 16. Estación Quirio (16105) periodo (1964-2016).	143
Cuadro 17. Estación Copándaro (16023) periodo 1969-2001.	144
Cuadro 18. Estación Cuitzeo (16027) periodo 1923-2017.	144
Cuadro 19. Estación El Temazcal (16045) periodo 1965-2016.	145
Cuadro 20. Estación Teremendo (16254) periodo 1982-2017.	146
Cuadro 21. Estación Santiago Undameo (16120) periodo 1953-2007.	146
Cuadro 22. Estación Cointzio (16022) periodo 1940-2006.	147
Cuadro 23. Estación San Miguel del Monte (16114) periodo 1967-2017.	148
Cuadro 24. Estación Jesús del Monte (16055) periodo 1935-2016.	148
Cuadro 25. Estación Morelia (16081) periodo 1947-2017.	149
Cuadro 26. Estación Presa Malpais (16096) periodo 1944-2017.	150
Cuadro 27. Estación Cuitzillo Grande (16028) periodo 1969-2007.	150

Cuadro 28. Estación Huingo (16052) periodo 1941-2015.	151
Cuadro 29. Estación Zinapécuaro (16145) periodo 1923-2017.....	152
Cuadro 30. Estación Ucareo (16255) periodo 1981-2017.	152
Cuadro 31. Número de meses con tendencia de CC por estación y variable.	153
Cuadro 32. Índice de superficie agrícola regional RC.	160
Cuadro 33. Índice de propiedad comunal.....	161
Cuadro 34. Índice de derechos sobre la tierra.....	162
Cuadro 35. Índice de diversificación agrícola.....	167
Cuadro 36 índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal.....	168
Cuadro 37 Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.....	173
Cuadro 38 Principales productos agrícolas de la Región Cuitzeo Michoacán. ...	175
Cuadro 39 Cultivos a nivel municipal con mayor tasa de crecimiento de su producción y variación en rendimiento (CV).....	176
Cuadro 40. Cultivos de la Región Cuitzeo con mayor tasa de crecimiento del rendimiento y de la producción.....	177

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción Maíz México (Tons) 1961-2020.....	31
Figura 2. Especialización de maíz en Michoacán según disponibilidad de agua (2017).....	35
Figura 3. Producción de Maíz de temporal Michoacán 2003 – 2017.....	36
Figura 4. Rendimiento de maíz de temporal (Ton/ha) Michoacán 2003-2017.....	37
Figura 5. Distribución de los resultados del Coeficiente de Variación.....	39
Figura 6. Coeficiente de Variación en el rendimiento de maíz de temporal, Michoacán 2003-2017.....	40
Figura 7 Región Cuitzeo.....	44
Figura 8. Principales actividades económicas RC.....	45
Figura 9. Índice de marginación RC.....	46
Figura 10. Migración RC.....	47
Figura 11. Estaciones meteorológicas RC.....	49
Figura 12. Mapa de la Longitud del Periodo de Crecimiento (LPC) para el estado de Michoacán.....	50
Figura 13. Longitud de Periodo de Crecimiento para la RC.....	51
Figura 14. Especialización de maíz en Michoacán (RC) según disponibilidad de agua (2017).....	51
Figura 15 Superficie sembrada (ha) principales cultivos de riego en la Región Cuitzeo.....	55
Figura 16 Superficie sembrada (Ha) principales cultivos de temporal en la Región Cuitzeo.....	55
Figura 17 Producción (Ton) de principales cultivos de riego en la Región Cuitzeo.....	56
Figura 18 Producción (Ton) de principales cultivos de temporal en la Región Cuitzeo.....	57
Figura 19. Rueda de las capacidades adaptativas.....	61
Figura 20. Capacidad adaptativa Estado de Michoacán.....	67
Figura 21. Distribución de las estaciones meteorológicas seleccionadas.....	138
Figura 22. Ejemplos de anomalías en los datos durante la revisión visual.....	139
Figura 23. Porcentaje de tendencias de CC identificadas en la RC.....	154

Figura 24. Meses de tendencias identificadas de CC en la RC.....	155
Figura 25. Tendencia de la Tmax en la RC.....	156
Figura 26. Tendencia de la Tmed en la RC.....	157
Figura 27. Tendencia de la Tmin en la RC.....	158
Figura 28. Tendencia de la Prec en la RC.	159
Figura 29. Índice de superficie agrícola regional RC.....	161
Figura 30. Índice de propiedad comunal.	162
Figura 31. Índice de derechos sobre la tierra.	163
Figura 32. Índice de tamaño de productores.....	164
Figura 33. Índice de tipo de agricultura.	165
Figura 34. Índice de tamaño de parcelas.	166
Figura 35. Índice de diversificación agrícola.	168
Figura 36. Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal RC.....	170
Figura 37. Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal RC.....	171
Figura 38. Índice de Capacidad Adaptativa Agrícola Municipal RC.	172
Figura 39 Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.	173
Figura 40. Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.	174
Figura 41 Tasa de crecimiento de la producción y meses de tendencia identificada de cambio climático.....	179

SIGLARIO

ACP	Análisis de Componentes Principales.
AHP	Proceso de Análisis Jerárquico.
AL	América Latina.
AMCA	Actualización del Marco Censal Agropecuario.
BM	Banco Mundial.
CC	Cambio Climático.
CFC	Clorofluorocarbonos.
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
CNA	Comisión Nacional del Agua.
COVID-19	Corona Virus Disease 19, por sus siglas en inglés.
CO²	Dióxido de carbono.
CV	Coeficiente de Variación.
DR	Desarrollo Regional.
EE.UU	Estados Unidos de América.
ETCCDI	<i>Expert Team on Climate Change Detection and Indices.</i>
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations.
FAOSTAT	<i>Food and Agriculture Organization Corporate Database</i>
GEI	Gases de Efecto Invernadero.
G7	Grupo de los siete.

HUI	Índice de Humedad.
I + D	Inversión y Desarrollo.
IGVAM	Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal.
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
IRAM-RC	Índice de Riesgo Agrícola Municipal de la Región Cuitzeo
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.
LPC	Longitud de Periodo de Crecimiento.
MASIPAG	<i>Magsasaka y Siyentipiko para Pag-unlad en Agrikultura.</i>
MFA	Multifuncionalidad de la Agricultura.
MK	Coeficiente de Correlación de Mann – Kendall.
Msnm	Metros sobre el nivel del mar.
N₂O	Óxido nitroso.
O₃	Ozono.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
ODS	Objetivos del Desarrollo Sostenible.
ONG	Organización no Gubernamental.
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OSC	Organizaciones de la Sociedad Civil.
PACCP Perú	Programa de Adaptación al Cambio Climático

PED	Plan Estatal de Desarrollo.
PIB	Producto Interno Bruto.
PNB	Producto Nacional Bruto.
RC	Región Cuitzeo.
RI	Revolución Industrial.
SADER	Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural.
SAGARPA	Secretaría de Ganadería Agricultura, Pesca y Alimentación.
SGM	Segunda Guerra Mundial.
SIACON	Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta
SIAP	Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera.
SIG	Sistema de Información Geográfica.
SMN	Servicio Meteorológico Nacional.
SUMA	Secretaria de Urbanismo Medio Ambiente.
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte.
UE	Unión Europea.
USD	Dólar estadounidense.
USDA	Departamento de Agricultura de Estados Unidos, por sus siglas en inglés.
WMO	Organización Meteorológica Mundial, por sus siglas en inglés.

GLOSARIO

Agricultura campesina	Sector de pequeños productores agrícolas que con la ayuda del trabajo de sus familias y un equipo simple, produce principalmente para su propio consumo y para atender a las obligaciones que tienen para con quienes detentan el poder político y económico (Sevilla y Pérez, 1976).
Agricultura temporal	de También conocida como agricultura de secano, es aquella en la que la irrigación depende por completo de la lluvia (Escobar, 2014).
Agroecología	Considerada como una disciplina científica que tiene por objeto de estudio la agricultura desde el punto de vista ecológico. Esto implica entender procesos agrícolas de manera interdisciplinaria considerándolos como unidades fundamentales de estudio, siendo la optimización del agroecosistema total el verdadero interés de esta ciencia y no únicamente la maximización de la producción (Altieri, 2009).
Autonomía alimentaria	Capacidad de los productores de decidir los sistemas de producción (comercial o de autoconsumo), el tipo de insumos (químicos u orgánicos) y el tipo de semillas utilizadas (nativas, híbridas comerciales o transgénicas). La autonomía de los pueblos indígenas para decidir sus procesos de producción se acerca al concepto de soberanía alimentaria. El concepto de soberanía alimentaria es, por tanto, una manera de ejercer la autonomía indígena en el marco del derecho a la alimentación (Gómez, 2010).
Bancos semillas	de Los bancos de semillas locales son una estrategia de conservación <i>in situ</i> de las semillas nativas de la región que se realiza al interior de una comunidad o entre comunidades. Algunos de los objetivos de la estrategia son: garantizar la disponibilidad de semillas para los agricultores, fomentar el intercambio y fortalecer genéticamente la variedad, así como fortalecer las redes de abastecimiento locales y regionales (Vernooy <i>et al.</i> , 2016).

Biocombustibles Son aquellos combustibles que se obtienen a partir de la transformación de biomasa, es decir, materia orgánica a partir de organismos recientemente vivos, como plantas, o sus desechos metabólicos. En años recientes se ha utilizado el maíz, la caña de azúcar y otras plantas para la producción de estos combustibles (Salinas y Gasca, 2009).

Biotecnología La biotecnología al servicio de las empresas agroindustriales, acentúa las condiciones de deterioro de la unidad de producción campesina, bajo una lógica eficientista, ausente de objetivos de conservación y reproducción de cultivos y formas de vida de una lógica comunitaria (Barajas, 2015).

Bunkalan En medio de una crisis agrícola en Las Filipinas, *bungkalan* surge como un movimiento colectivo destinado a avanzar en la reforma agraria y la soberanía alimentaria a través de la agricultura orgánica y sostenible. Los agricultores y los trabajadores agrícolas lo han estado haciendo durante años, desde azucareras en Tarlac y Negros hasta plantaciones en Mindanao y Luzón Central. *Bungkalan* aborda dos problemas básicos que enfrentan los agricultores: el control de la tierra que cultivan y la seguridad alimentaria (Bueno, 2019).

Cambio climático Fenómeno resultado de alteraciones en el balance de la absorción de energía de la tierra, recibida, re-emitida a la atmosfera o en su distribución en la tierra (Magaña, 2004). Por lo que se concibe como el resultado último de un proceso acumulativo, ya sea de calentamiento o enfriamiento, y que se sustenta en el cambio sostenido de los promedios de las variables climáticas durante un período de tiempo significativo. Se habla de cambio climático cuando más allá de las anomalías que caracterizan la variabilidad climática secuencial y periódica que ya se conoce, cambian las condiciones que caracterizan el sistema climático para dar paso a otras con fenómenos diferentes en clases, intensidades o frecuencias (Vásquez, 2009).

Capacidad adaptativa	Es la propiedad de un sistema para ajustar sus características o comportamiento, de manera a expandir su rango de respuesta o tolerancia bajo la variabilidad climática existente o las condiciones climáticas futuras. La capacidad adaptativa inherente a un sistema representa el conjunto de recursos disponibles para la adaptación, así como también la capacidad de este sistema de usar esos recursos efectivamente en la búsqueda de la adaptación (Burton <i>et al.</i> , 1993).
Chocho	También conocido como langosta o por su nombre científico como <i>Schistocerca americana</i> (Shannon y Arboleda, 1988).
Coefficiente de variación	Mide el porcentaje de las variaciones de una variable respecto a la media de ésta. El cálculo del Coeficiente de variación (CV) resulta del cociente de la desviación estándar y la media (Vargas, 1995).
Conocimiento etnoclimático	Sistemas de conocimientos de un grupo humano relativos a los efectos locales del clima (Heyd, 2011).
Curva de Phillips	La curva de Phillips es un planteamiento macroeconómico que tiene su mayor impacto en los años setenta del siglo pasado y que postula que el desempleo está relacionado con la variación de los precios, por lo tanto, para minimizar el desempleo es preciso cierto nivel de inflación (Campoverde <i>et al.</i> , 2016).
Estado de bienestar	En México se asocia a la etapa conocida como el Milagro Mexicano, que ocurre entre 1940 y 1970, proyecto resultado de la Revolución Mexicana con una visión de cabida para todos, con la búsqueda de asegurar los recién concebidos derechos sociales, mayor equidad y prosperidad para las personas. Este periodo se caracterizó por el aumento de las empresas estatales, proteccionismo de la industria nacional mediante aranceles o exención de impuestos a nuevas fábricas; además se crean instituciones de seguridad social como el Instituto Mexicano de Seguro Social (IMSS) y el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (Portilla, 2005).

Ecuación Cambridge	de	Modelo alternativo al planteamiento clásico de Alfred Marshall que busca expresar la relación entre la cantidad de bienes producidos, el nivel de precios, las cantidades de dinero y cómo éste circula (Richard, 1990).
Familiarismo amoral		Se refiere a que son los valores (interiorizados durante la formación de la personalidad) que determinan las acciones, y no las condiciones económicas o las relaciones sociales (Urteaga, 2013).
Fenómeno de El Niño		Término utilizado para caracterizar una corriente marina cálida del sur a lo largo de las costas de Perú y Ecuador, que se establece al aproximarse el periodo navideño; de ahí el nombre, asociado al Niño Jesús. El calentamiento en las aguas de la costa del Pacífico sudamericano pronto fue relacionado con el calentamiento anómalo del Pacífico Central y del Este, a lo largo del ecuador, extendiéndose desde la línea internacional del tiempo (180°W) hasta la costa sudamericana, resultando en graves alteraciones en el clima global y los ecosistemas (Magaña <i>et al.</i> , 2004).
Fuerza trabajo	de	“Conjunto de las condiciones físicas o espirituales que existen en la corporeidad, en la personalidad viviente de un hombre y que éste pone en movimiento al producir valores de uso de cualquier clase” (Marx, 2005:174).
Fuerzas productivas		Uso de herramientas, técnicas y el conocimiento productivo (Wickham, 2012).
Gasto público		El gasto público es un instrumento importante para promover el crecimiento económico y el desarrollo humano, y el principal instrumento disponible a las sociedades para promover su equidad. Los gobiernos juegan un papel fundamental en la provisión de bienes públicos básicos para la existencia y funcionamiento de los mercados y el desarrollo tecnológico—derechos de propiedad, el marco jurídico para implementar contratos comerciales, monedas estables, corrección de fallas en los mercados de factores y bienes (Scott, 2011).

Globalización	Existe vasta literatura respecto al tema de la globalización, sin embargo, en la presente investigación se entiende como un proceso de integración comercial mundial que trae implicaciones positivas y negativas en términos ambientales, culturales, económicos y sociales (Mateus y Brasset, 2002).
Grupo de los 7	Así se denomina a un grupo de países con relevante peso político, económico y militar. Integrado por Alemania, Canadá, Estados Unidos de América (EE.UU.), Francia, Italia, Japón y Reino Unido (Aoyama y Castells, 2002).
Inseguridad alimentaria	Disponibilidad limitada o incierta de los alimentos que permiten cubrir los requerimientos nutricionales de los individuos, así como la habilidad limitada o incierta para adquirir dichos alimentos de una manera aceptable desde la perspectiva social y cultural (Anderson, 1990).
Maíz de temporal	Producción de maíz también conocida como de secano, es decir, aquel cultivo en el que la irrigación depende totalmente de la lluvia (Escobar, 2014).
Modelo Rostow	de En su libro <i>“Las etapas del crecimiento económico, un manifiesto no comunista”</i> , Rostow (1961), plantea que el camino hacia una sociedad capitalista desarrollada pasa por cinco etapas: la sociedad tradicional, las condiciones previas al impulso inicial, el impulso inicial, la marcha hacia la madurez y la era del alto consumo en masa.
Modo producción	de Modo de obtener los bienes materiales necesarios al hombre para el consumo productivo y personal. El modo de producción constituye la unidad de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción. El cambio del modo de producción origina cambios del régimen social, sirve de base al desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción, de toda la producción social. Gracias a los conocimientos adquiridos, a la experiencia y a los hábitos de trabajo, los hombres producen los bienes materiales, desarrollan las fuerzas

productivas, que muestran el grado en que el hombre domina a la naturaleza (Borisov y Makarova, 2013).

Monetarismo

Planteamientos de la teoría económica que postulan que:

1. La inflación es un fenómeno monetario. Luego, en el largo plazo debería encontrarse una correlación muy estrecha entre el crecimiento del dinero y la inflación.
2. No es posible conquistar un mejor desempeño real de la economía en el largo plazo, a través de la aplicación de un manejo monetario expansivo.
3. Cambios importantes en las condiciones de liquidez existentes en la economía pueden dar origen a fluctuaciones significativas en la actividad y el empleo. Un ejemplo elocuente de ello fue la "Gran Depresión" de los años treinta (Rosende, 2003).

Monopolio

Aquella estructura de mercado en la que existe solo un oferente o vendedor y muchos compradores (Rossetti, 2005).

Neoliberalismo

Es una teoría de prácticas político-económicas que afirma que la mejor manera de promover el bienestar del ser humano consiste en no restringir el libre desarrollo de las capacidades y de las libertades empresariales del individuo dentro de un marco institucional caracterizado por derechos de propiedad privada fuertes, mercados libres y libertad de comercio. El papel del Estado es crear y preservar el marco institucional apropiado para el desarrollo de estas prácticas (Harvey, 2007).

Outliers

Observación o conjunto de observaciones que se desvía de manera notoria con respecto a las demás observaciones que conforman un conjunto de datos (García, 2009).

Política Monetaria

Acción de las autoridades monetarias (Banco Central) dirigida a controlar variaciones en la cantidad total de dinero o de crédito, en los tipos de interés e incluso en el tipo de cambio con el fin de colaborar con los demás instrumentos de política económica al control de la inflación, a la reducción del desempleo, a la consecución

de una mayor tasa de crecimiento y a la mejora en el saldo en la balanza de pagos (Fernández, *et al.*, 2003).

Resiliencia

Se define como la propensidad de un sistema de retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación (Altieri y Nicholls, 2013).

Revolución Verde

Proceso de “modernización” de la agricultura iniciado en los años cincuenta, donde el conocimiento tecnológico suplantó al conocimiento empírico determinado por la práctica del agricultor. Se inició el uso de agrotóxicos, fertilizantes inorgánicos y sobre todo, las máquinas agrícolas (Ceccon, 2008).

Semillas nativas

También conocidas como semillas criollas, son aquellas adaptadas a las condiciones locales del agua, clima suelo, otras especies y de la cultura de las comunidades. Por eso consumen menos agua, toleran sequias e inundaciones, son capaces de soportar plagas y enfermedades y no requieren de agroquímicos; evolucionan de modo natural y en un proceso hecho por los agricultores; amplían la diversidad alimentaria de las comunidades y contribuyen a la conservación y protección del suelo y de los ecosistemas (Altieri, 2001).

Teoría monetaria

Bajo el liderazgo de Milton Friedman, los monetaristas también expusieron un conjunto coherente de ideas sobre la teoría y política macroeconómica que ponía en duda la ortodoxia Keynesiana reinante en los años sesenta. En su momento de mayor auge, en el período del 1979-1981, el pensamiento monetarista dominaba en la política de muchos países industriales avanzados. El enfoque monetarista pone énfasis en la importancia del dinero para la determinación del Producto Nacional Bruto (PNB) nominal a corto plazo y de los precios a largo plazo. Este análisis se basa en la teoría cuantitativa de los precios, considerando que éstos varían proporcionalmente con la oferta monetaria y el análisis de las tendencias de la velocidad (Lugo, 2004).

Usura

Esta acción de obtener dinero excesivo a partir del uso de dinero mismo, sin trabajo, conocida como usura no siempre ha tenido aceptación. Esta actividad, ligada al nacimiento de los intereses estuvo prohibida en la Edad Media bajo argumentos religioso-morales, pero con la Reforma calvinista tal prohibición fue desapareciendo y años después con el Código Napoleónico fue reglamentada Jiménez (2010).

Vulnerabilidad

Como la predisposición o susceptibilidad física, económica, política, o social, que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico que se manifieste (Cardona, 2002).

RESUMEN

El cambio climático (CC) ha acentuado sus impactos en las diferentes formas de vida en el planeta y en las actividades socio-productivas. Se trata de un acontecimiento que ocurre de modo heterogéneo en las diferentes regiones. La producción de alimentos es una de las actividades altamente vulnerables por su dependencia de las condiciones climáticas. La presente investigación tiene por objetivo identificar la señal de CC y conocer cuáles son las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la Región Cuitzeo (RC) en el estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020. La hipótesis se plantea como: la superficie agrícola, la propiedad comunal, los derechos sobre la tierra, el tamaño de productores, el tipo de agricultura, el tamaño de parcelas y la diversificación agrícola, constituyen las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC en el estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020. La metodología consistió en análisis de 18 estaciones meteorológicas de la RC, con datos disponibles de por lo menos, 25 años. Se construyen indicadores de capacidades adaptativas y finalmente se elabora un análisis de varianza sobre la información de los principales cultivos de la región. Entre los resultados se destaca la evidencia de que en todas las estaciones revisadas se encontraron tendencias de CC siendo la más común, el aumento de la temperatura máxima en diferentes meses del año, así mismo se observó que en los lugares de mayor exposición al CC se redujeron las tasas de crecimiento de la producción de los principales cultivos y que pese tal escenario, es la agricultura de temporal la que muestra mayor tasa de crecimiento de la producción.

Palabras clave: Vulnerabilidad agrícola municipal, desarrollo regional, tendencia de cambio climático, capacidades adaptativas, riesgo agrícola.

ABSTRACT

For some decades, the phenomenon of climate change (CC) has accentuated its impacts on the different forms of life on the planet and, therefore, on human productive activities. It is a global event that occurs heterogeneously in different regions and in the same way some human systems are responding better than others, with deliberate or improvised actions, but developing adaptive capacities. Food production is one of the highly vulnerable activities due to its dependence on climatic conditions and sovereignty in this regard is a fundamental dimension of territorial development. Given this scenario, this research aims to find out what are the main variables that affect the municipal adaptive capacities of the Cuitzeo Region (CR) in the state of Michoacán, Mexico during the period 2018-2020 in the context of climate change (CC). In this sense, the review of the literature allows us to hypothesize that the agricultural surface, communal property, land rights, the size of producers, the type of agriculture, the size of plots and agricultural diversification constitute the main variables. that affect the municipal adaptive capacities of the CR in the state of Michoacán, Mexico, during the period 2018-2020. To achieve the objective, a climatic analysis is carried out based on the review of daily data from 18 meteorological stations of the RC, likewise indicators of municipal adaptive capacities are constructed based on statistical information from the Update of the Agricultural Census Framework (2016) and finally, an analysis of variance is elaborated on the information of the main crops of the region. Among the results, the evidence that CC trends were found in all the stations reviewed, the most common being the increase in maximum temperature in different months of the year, likewise it was observed that in the places with the greatest exposure to CC, reduced the growth rates of the production of the main crops and that despite such a scenario, rainfed agriculture is the one that shows the highest rate of growth in production.

Keywords: Municipal agricultural vulnerability, regional development, climate change trend, adaptive capacities, agricultural risk.

INTRODUCCIÓN

México es un país que se destaca por su producción alimentaria, en específico, frutas y hortalizas. Sin embargo, también es notorio su déficit comercial en alimentos importantes, en términos culturales y nutricionales, como el maíz. En este cultivo, México es el mayor importador del planeta, pese a que es el centro de origen de este grano y a que la alimentación de la población se basa en gran medida en el maíz (SAGARPA, 2019). Esta situación pone en evidencia los diferentes contrastes productivos de la agricultura en México, que van desde regiones en las que los productores apenas satisfacen sus necesidades de subsistencia hasta campos y huertas altamente tecnificadas.

Ante este panorama, la producción agrícola requiere particular atención ya que, para una economía como la mexicana y ante la fragilidad de la salud humana que ha quedado de manifiesto durante la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2. (Covid-19), la producción agroalimentaria es estratégica en términos de seguridad, nacional (Torres, 2003), social y alimentaria (FAO, 2014).

Entre tanto cabe destacar que es la agricultura de pequeña escala, familiar o campesina, de las actividades productivas que se encuentran en condiciones desventajosas. Entre las características de este sector sobresale que produce basado principalmente en fuerza de trabajo, y que genera múltiples beneficios ecológicos y sociales con sus prácticas productivas. Entre éstas destaca que los productores constituyen los bancos de semillas locales, esto es, una estrategia de conservación *in situ* de las semillas nativas de la región que se realiza al interior de una comunidad o entre comunidades, esto con el fin de garantizar la disponibilidad de semillas para los agricultores, fomentar el intercambio y fortalecer genéticamente la variedad, así como fortalecer las redes de abastecimiento locales y regionales (Vernooy *et al.*, 2016). Además de lo anterior, se trata de un sector que genera el 39% del total de la producción agropecuaria nacional y el 74.1% del empleo agropecuario (IICA, 2012).

Las condiciones desventajosas para productores que operan bajo la lógica de la agricultura familiar, los pequeños productores, o campesinos se ha agravado por un

lado con la implementación de las políticas de ajuste estructural y por otro con el fenómeno del CC. Respecto al primer aspecto, se trata de cerca de cuatro décadas en las que se ejecutaron acciones como la apertura comercial, la reducción de subsidios y la desregulación de precios, esto representó lo que se conoce como el tránsito del Estado de Bienestar al neoliberalismo.

En este sentido, el Estado de Bienestar, se ubica la etapa conocida como el Milagro Mexicano, que ocurre entre 1940 y 1970, proyecto resultado de la Revolución Mexicana con una visión de cabida para todos, con la búsqueda de asegurar los recién concebidos derechos sociales, mayor equidad y prosperidad para las personas. Este periodo se caracterizó por el aumento de las empresas estatales, proteccionismo de la industria nacional mediante aranceles o exención de impuestos a nuevas fábricas; además se crean instituciones de seguridad social como el IMSS y el ISSSTE (Portilla, 2005). Mientras que las medidas neoliberales incluyen políticas como altas tasas de ahorro, redireccionar el gasto público, reforma tributaria, liberalización financiera, tipo de cambio flexible, apertura comercial y privatización de empresas estatales (Williamson, 1998).

Adicional a lo referido en el párrafo anterior, en los últimos años se han ocurridos eventos climáticos devastadores asociados con el fenómeno del CC, impactando en mayor medida a las personas que habitan en zonas rurales, producen alimentos y se encuentran en condiciones de vulnerabilidad. Al respecto, diversos autores (Blaikie *et al.*, 1996 y García, 2005), referidos por Chávez y Macías (2007) señalan que la situación de vulnerabilidad implica cambios incesantes que pueden ser estudiados en el tiempo a fin de dimensionar su impacto y duración, resultado de la combinación de factores naturales y sociales que los provocan. En el mismo orden de ideas es necesario ubicar social y espacialmente a la población en situación de vulnerabilidad con base en criterios de tipo demográfico y en el ámbito territorial hay que considerar la amenaza y la capacidad de respuesta. En este sentido el opuesto a la vulnerabilidad son las capacidades adaptativas.

Dada su relevancia y con el fin de hacer un acercamiento sobre las condiciones de la producción de alimentos de pequeña escala en Michoacán, se llevó a cabo la

revisión de datos de producción de maíz de temporal dado que esto permite aproximarse a la situación de capacidades adaptativas, vía vulnerabilidad, de los productores campesinos. Suponer que existe asociación entre la producción de maíz de temporal y la lógica campesina resulta de estudios de caracterización de productores de maíz de temporal (Uzcanga *et al.*, 2015a, Uzcanga *et al.*, 2015b, Damian *et al.*, 2014) en los cuales se destacan características de las familias productoras que coinciden con las descripciones de las agricultura campesina o familiar. En este sentido los elementos más notorios son la lógica de autoconsumo y de subsistencia, uso de técnicas agroecológicas como los policultivos, los excedentes se distribuyen en mercados inmediatos, reproduciendo en gran parte de los casos las semillas nativas y teniendo acceso como principal insumo, a la fuerza de trabajo familiar (Van Der Ploeg, 2013; Toledo, 1995).

Los datos de que se dispuso son de la producción de maíz de temporal para el periodo 2003-2019 (SIAP, 2021), se aplicó el Coeficiente de variación (CV) de Pearson para la variable rendimiento por hectárea (ton/ha) considerando como supuesto guía que existe una relación directa entre la variación y la vulnerabilidad agrícola del municipio. Los resultados de este ejercicio muestran que el maíz de temporal es el único cultivo del que se dispone registro en todos los municipios de Michoacán, siendo el municipio de Chucándiro el que presenta mayor variación (70%) mientras que Hidalgo el que presenta la menor (4.6%).

En función del ejercicio anterior resulta factible plantear de manera hipotética que al interior de los municipios existen comunidades productivas de pequeña escala que están desarrollando capacidad de adaptación, entendida ésta como un conjunto de características o habilidades que les permiten a los sistemas humanos relacionarse de mejor manera con los fenómenos climáticos extremos, es decir, reducir los potenciales daños, enfrentar de manera resiliente las consecuencias y aprovechar las oportunidades que resulten (IPCC, 2001).

La revisión inicial de la literatura, así como el análisis estadístico de la producción de maíz de temporal referido en párrafo anterior permitió observar que hay municipios que, de acuerdo a este análisis, presentan menos vulnerabilidad en la

producción de un cultivo sensible ante las variaciones climáticas, como es el maíz de temporal. Esto llevó a plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas agrícolas municipales en la RC del estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?

Derivado de la pregunta, el objetivo busca conocer cuáles son las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC. Para atender el objetivo, el abordaje teórico comienza con la revisión del estado del arte para la evaluación de las capacidades adaptativas, destacando la rueda de las capacidades adaptativas de Gupta *et al.*, 2010 y la construcción de indicadores del atlas climático de México elaborado por Monterroso *et al.*, (2014).

En el entendido de que en una región o un territorio coexisten procesos de desarrollo que atienden múltiples dimensiones como la económica, cultural, ecológica, política, entre otras (Boisier, 1999), y que estos procesos se cosifican en actividades concretas como la producción agrícola. Por lo tanto, la economía de desarrollo se convierte en un instrumental teórico que permite abordar la problemática planteada en la presente investigación.

En función de lo anterior y en el entendido que la economía del desarrollo es una sub disciplina de la ciencia económica (Hirschman, 1986) es que se considera la historia de la evolución del pensamiento económico como referente de la evolución del propio concepto de desarrollo. Aunado a ello, la adjetivación regional permite enmarcar los procesos de desarrollo o progreso a un territorio y sus actores (Boisier, 1999).

Derivado de la anterior revisión teórica y metodológica, y con base en la información estadística disponible en la Actualización del Marco Censal Agropecuario (AMCA) 2016 (INEGI, 2021), se postula la siguiente hipótesis: La superficie agrícola, la propiedad comunal, los derechos sobre la tierra, el tamaño de productores, el tipo de agricultura, el tamaño de las parcelas y la diversificación agrícola constituyen las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la

RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

Por otro lado, para el caso de la variable interviniente se realizó un análisis climático de las estaciones meteorológicas que disponen de al menos 25 años de registro en la RC, Empleando como principal indicador de tendencia el coeficiente de correlación de Mann-Kendall (MK) (Bautista, 2011). Para la construcción de los indicadores que explican las capacidades adaptativas se utilizó la construcción de indicadores simples basados en los datos de la AMCA (2016). Finalmente se realizó análisis de varianza para conocer la relación entre la tasa de crecimiento de la producción agrícola y el CC.

La estructura del documento consta de seis capítulos y las conclusiones. El capítulo I, titulado Fundamentos de la Investigación inicia con la problemática que enfrenta la agricultura campesina en términos de heterogeneidad de la producción, sugiriendo que tal disparidad se debe al desarrollo de capacidades adaptativas. Es precisamente este aspecto el que representa el problema de investigación, que no se conocen las dimensiones de las capacidades adaptativas de la agricultura campesina en Michoacán, a fin de para evaluarlas y tener un panorama más cierto para la toma de decisiones. Adicionalmente, en esta sección se busca dar coherencia a la pregunta de investigación, objetivo general con la hipótesis, las variables y el bosquejo metodológico.

El Capítulo II se titula contextualización del problema, en este apartado del texto se expone la situación de agricultura campesina en diferentes partes del mundo, África, Asia y América Latina (AL) haciendo un análisis más profundo en México y Michoacán empleando datos de maíz de temporal. En este capítulo se observa la heterogeneidad de los territorios en términos de problemáticas y estrategias adaptativas, así como elementos que permitirán la discusión de los resultados.

Por su parte, el capítulo III detalla las características socioeconómicas de la RC, además de algunos elementos climáticos a considerar para su posterior análisis. En el capítulo IV, Marco teórico, se incluye el apartado “Aproximación teórica al concepto de desarrollo regional” en el que se hace un recuento histórico de la

construcción del concepto de desarrollo y de su componente territorial. Además, en su segunda parte “Agricultura campesina, cambio climático y capacidades adaptativas” se plantea la pertinencia del estudio de la agricultura campesina, así como su relación con el fenómeno del CC. Tal relación evidencia la necesidad de la producción agrícola por desarrollar capacidades adaptativas que permitan afrontar estas condiciones.

En el capítulo V se explican los detalles de la estimación de la tendencia de CC con información la meteorológica disponible; en la segunda parte del capítulo se exponen los pasos que se emplearán para la construcción de indicadores de vulnerabilidad agrícola municipal en función de la información disponible en la AMCA (INEGI, 2016) y el Sistema de Información Agroalimentaria de consulta (SIACON, 2021). Por último, se describen las generalidades que abarcan el método, el alcance y el enfoque.

En el capítulo VI se exponen los resultados de las tendencias de CC identificadas para las 18 estaciones meteorológicas, los resultados de la construcción de la propuesta del Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal (IGVAM) y del análisis de variancia que se realizó para los principales cultivos de la RC. Finalmente, las conclusiones que destacan la evidencia de CC en la RC y el sentido de ésta, así como la evidencia del impacto negativo que está teniendo en la tasa de crecimiento de los cultivos.

CAPÍTULO I.-

FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se explica la problemática identificada que enfrenta la agricultura de pequeña escala en Michoacán en el contexto del CC; así como los elementos que sustentan la investigación tales como la justificación, las preguntas de investigación, los objetivos, la hipótesis y la identificación de las variables. Los argumentos expuestos en este primer capítulo son resultado de la revisión de información documental y estadística que se expone en el Capítulo II y de los planteamientos teóricos que se abordan en el Capítulo III.

1.1 PROBLEMÁTICA DE LA AGRICULTURA CAMPESINA EN MICHOACÁN

Algunos autores (Bartra y Otero, 2007; De la Tejera *et al.*, 2008; Altieri y Nicholls, 2010;) se refieren a la agricultura campesina, hay quienes la denominan agricultura familiar (Damian, 2014; Van Der Ploeg, 2013) e incluso agricultura de pequeña finca (Rosset, 1999), sin embargo, para la presente investigación son conceptos que describen una misma lógica opuesta a la producción industrial de gran escala. Se trata de productores motivados por el valor de uso (Hourat, 2014), con mano de obra familiar y/o comunitaria como principal recurso (Sevilla y Pérez, 1976), de bajo impacto ecológico (Altieri y Nicholls, 2010) y de múltiples funciones sociales, ecológicas, culturales y económicas (Rosset, 1999).

Estas unidades productivas han enfrentado en las últimas cuatro décadas los embates de políticas como la apertura comercial, la cual ha reconfigurado la producción de alimentos en México hacia aquellos de mayor valor en el mercado internacional (Bartra y Otero, 2007), principalmente frutales. Tal situación ha acentuado la importación de granos provenientes de la producción industrial, específicamente de los EE.UU. dados sus precios, reduciendo así la producción nacional. Prueba de estos contrastes es lo ya mencionado en la introducción de la presente investigación, México es el máximo comprador de maíz en el mundo y el tercer productor de aguacate, chile verde, espárrago, frambuesa, fresa, limón, papaya, sorgo grano y zarzamora (SIAP, 2019).

Al tiempo que esto ocurre, los fenómenos climáticos extremos como las heladas, falta de lluvia en algunos lugares y las inundaciones en otros, el aumento de la temperatura máxima en determinados meses, entre otros, son cada vez más recurrentes y los productores agrícolas se encuentra expuestos a la amenaza, que, dicho sea de paso, ya forma parte del contexto contemporáneo como variable interviniente. Esto sitúa a gran parte de los productores en condiciones de vulnerabilidad (Conde *et al.*, 2004).

Determinar el número de agricultores o unidades de producción campesina es difícil porque la demografía de México clasifica a la población como rural (asentamientos con menos de 2,500 habitantes) o urbana o agricultores especializados. En este

sentido, la participación de la población rural disminuyó de 57% en 1960 a 22,2% según el censo de 2010 (INEGI, 2019). En cuanto al tipo de ocupación, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (2016) reporta que la actividad agrícola la realizan 5.5 millones de personas de 15 años y más, divididas en agricultores (56%) y trabajadores de apoyo agrícola. (44%). El 58.7% se encuentran en los estados de Oaxaca, Chiapas, Guerrero, Puebla, Veracruz y Michoacán.

Considerando la dificultad para determinar la producción del agricultor familiar, es razonable asociar esta forma de organización de la producción con la producción de maíz de temporal debido a las características de las unidades productivas. Tales características incluyen agricultura de subsistencia, bajos ingresos per cápita, pequeñas fincas, actividades paralelas como venta de mano de obra, manejo de huertos familiares y cosecha de subsistencia, poca tecnificación, algunos productores utilizan y reproducen las semillas nativas (Uzcanga *et al.*, 2015a, Uzcanga *et al.*, 2015b, Damian *et al.*, 2014) bajo el esquema del policultivo denominado milpa (Hernández, 1995).

Mediante esta asociación se puede observar que en Michoacán se produce maíz temporalero en todos los municipios, de hecho, es el único cultivo con esta característica (SIAP, 2018), además, comparando la producción de maíz de riego y temporal en el estado, 74 de los municipios reflejan especialización relativa con el segundo. Esta situación refleja la gran domesticación y adaptación a climas, suelos y alturas que se tiene de este cultivo en el estado y el país.

El análisis de datos también muestra que es en Morelia donde se produce la mayor cantidad de este cultivo con 36,734.32 toneladas (tn) en el año 2017 por 322.12 tn en Múgica, municipio de menor producción (SIAP, 2018). De igual manera existe heterogeneidad en cuanto al rendimiento por hectárea ya que esta varía de 1.05 en el municipio de Arteaga a tn/ha a 6.11 ton/ha en Jacona. No hay que perder de vista la múltiple cantidad de factores que pueden incidir tanto en la producción como en el rendimiento por hectárea como la superficie cultivada, los paquetes tecnológicos, los rendimientos a escala, entre otros.

Tal sesgo en los datos se puede reducir si se observa la variación de la producción en el periodo para el que se disponga información (2003-2017), de esta manera al tratarse de un cultivo de temporal, es decir depende de las condiciones climáticas como variable externa, se puede tener un primer acercamiento a la vulnerabilidad de la agricultura campesina en el contexto del CC. Empleando los datos del SIAP de 2018 y, aplicando el cálculo del coeficiente de variación de Pearson (CV) se observan variaciones acentuadas que van desde el 4.64% en el municipio de Hidalgo al 70.31% en Chucándiro. Esta situación supone que hay comunidades campesinas que están llevando a cabo estrategias que les permite tener poca variación en el rendimiento de sus cultivos pese al contexto de CC, es decir; menor vulnerabilidad.

1.1.1 Planteamiento del problema

La producción de maíz de temporal está ligada a las unidades productivas agrícolas familiares debido a condiciones socioeconómicas y culturales que han vinculado a los productores a este cultivo y son más sensibles a los impactos del CC. En el apartado anterior se observa que existe gran heterogeneidad en la variación de los rendimientos por hectárea de este grano, lo cual permite suponer en un primer momento que existen comunidades campesinas temporaleras que al tener menos variación en los cultivos se están adaptando mejor, es decir desarrollando capacidades adaptativas, a diferencia de aquellas que presentan altas variaciones de manera que un año pueden tener buenas cosechas y otro perder gran parte de su producción, quedando así vulnerables. En este sentido el problema de investigación radica en que se desconoce cuáles son las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas para el sector referido, a fin de evaluarlos y tomar decisiones de política pública en función de éstas.

1.2 JUSTIFICACIÓN

Respecto al fenómeno climático en Michoacán, de acuerdo a la Estrategia de Sustentabilidad Ambiental y Cambio Climático del Estado, gestionada por la Secretaría de Urbanismo Medio Ambiente (SUMA) (2011), refieren que en los últimos años se han intensificado fenómenos climáticos como ciclones y sequías.

Además que para las regiones secas y calientes del estado, se harán aún más extremas las condiciones, por lo que se requerirán acciones de planeación regional que ayuden a que los pobladores de dichas regiones que se adapten a las nuevas condiciones.

Considerando que una comunidad no puede aspirar a mejores condiciones de vida si no satisface la necesidad básica de alimentación y que en buena medida, la calidad de ésta depende de los alimentos producidos y su excedente para la generación de ingresos (ONU, 2014; IPCC, 2001; Appendini *et al*, 2003), en la presente investigación se parte del planteamiento de que las personas del medio rural dedicadas a la agricultura en Michoacán se encuentran en situación de vulnerabilidad, agravada entre otros factores, por los fenómenos provocados por el CC y la falta de acciones de adaptación de dicho problema desde las instancias locales.

Por lo anterior, resulta imprescindible generar alternativas encaminadas a promover acciones a nivel regional específicas que permitan desarrollar formas de producción y organización más eficientes, siendo el desarrollo de capacidades adaptativas un eje fundamental que oriente el desarrollo de las diferentes regiones del estado.

1.2.1 Relevancia social

Con base en lo anterior, la presente investigación servirá para documentar y sistematizar las variables relacionadas con el estudio y análisis de las capacidades adaptativas que contribuyan a mejorar el desempeño de programas sociales y la autonomía alimentaria de comunidades campesinas en Michoacán ante el fenómeno del CC. En la medida que no se lleven a cabo tales acciones de adaptación, aumenta las posibilidades de encontrarse en situación de vulnerabilidad. Dicha condición, afecta principalmente a los sectores más pobres de la población y contribuye de forma significativa a la agudización de sus condiciones de pobreza.

1.2.2 Conveniencia

Aunado a lo anterior, la investigación contribuirá con elementos teórico - metodológicos y de diagnóstico para el diseño de políticas públicas orientadas al desarrollo de capacidades adaptativas de las comunidades campesinas de Michoacán. Pese a que no existe una única definición al respecto Gavilanes (2009: 156) integra algunos elementos importantes, señalando que se trata de un “proceso integrador de decisiones, acciones, inacciones, acuerdos e instrumentos, adelantado por autoridades públicas con participación eventual de los particulares, y encaminado a solucionar o prevenir una situación definida como problemática. La política hace parte de un ambiente determinado del cual se nutre y al cual pretende modificar o mantener”.

1.2.3 Valor teórico

Finalmente, la investigación se justifica en la medida que aporte elementos al horizonte de información sobre la relación entre la producción agrícola, el CC y las capacidades adaptativas. Todo esto para comprender el comportamiento de las variables anteriores, así como la posibilidad de abrir nuevas líneas de investigación.

1.3 PREGUNTAS GENERALES DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cómo se presenta el fenómeno del CC en la RC?
2. ¿Cuáles son las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas agrícolas municipales en la Región Cuitzeo (RC) del estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?

1.3.1 Preguntas específicas de investigación

- I. ¿Se presenta el fenómeno de CC en la RC de Michoacán?
- II. ¿En qué sentido ocurren las variaciones climáticas en la RC de Michoacán?
- III. ¿Cómo se distribuye la señal de CC en los municipios de la RC de Michoacán?

- IV. ¿Constituye la superficie agrícola una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- V. ¿Es la propiedad comunal una variable que incide en el desarrollo de capacidades adaptativas de los municipios de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- VI. ¿Los derechos sobre la tierra inciden en el desarrollo de capacidades adaptativas municipales en la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- VII. ¿El tamaño de los productores es una variable que inciden en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales en la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- VIII. ¿Es el tipo de agricultura una variable que incide en el desarrollo de capacidades adaptativas municipales en la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- IX. ¿El tamaño de las parcelas o terrenos inciden en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales en la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?
- X. ¿Es la diversificación agrícola una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC?

1.4 OBJETIVOS GENERALES DE INVESTIGACIÓN

- 1. Determinar la existencia, sentido y distribución geográfica de la señal de CC en la RC de Michoacán.
- 2. Proponer las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

1.4.1 Objetivos específicos de la investigación

- I. Analizar la información meteorológica de la RC de Michoacán a fin de demostrar la presencia o ausencia de la señal de CC.

- II. Identificar el sentido de la señal de CC en la RC de Michoacán.
- III. Exponer la distribución geográfica de la señal de CC en la RC de Michoacán.
- IV. Determinar si la superficie agrícola es una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- V. Evaluar si la propiedad comunal es una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- VI. Valorar si los derechos sobre la tierra conforman una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- VII. Evaluar si el tamaño de los productores son una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- VIII. Definir si el tipo de agricultura es una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- IX. Evaluar si el tamaño de las parcelas son una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- X. Identificar si la diversificación agropecuaria es una variable que incide en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

1.5 HIPÓTESIS GENERALES DE INVESTIGACIÓN

Existe el fenómeno del CC en la RC de Michoacán, con tendencias que se acercan a los valores extremos y distribuido de manera heterogénea.

La superficie agrícola, la propiedad comunal, los derechos sobre la tierra, el tamaño de productores, el tipo de agricultura, el tamaño de las parcelas y la diversificación agrícola constituyen las principales variables que ayudan a explicar el desarrollo de capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

1.5.1 Hipótesis específicas

- I. La superficie agrícola es una variable que contribuye a desarrollar capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- II. La propiedad comunal es una variable que aporta en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- III. Los derechos sobre la tierra favorecen el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- IV. El tamaño de los productores ayuda en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- V. El tipo de agricultura es una variable que aporta en la explicación del desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- VI. El tamaño de la parcela o terreno es una variable que influye en el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.
- VII. La diversificación agrícola es una variable que favorece el desarrollo de las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

1.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

1.6.1 Variable dependiente

Capacidades adaptativas. De acuerdo al IPCC (2001), son las habilidades que ha desarrollado un sistema humano que le permiten hacer frente de mejor manera al fenómeno del CC, considerando los eventos climáticos extremos, reduciendo así los daños potenciales, enfrentar las consecuencias y aprovechar las oportunidades. Cabe mencionar que para fines de la presente investigación esta variable se considera como un determinante del desarrollo regional (DR) ya que éste es

entendido desde la perspectiva de Boisier (1999:7) como un “proceso de cambio estructural localizado, en un ámbito territorial denominado región, que se asocia a un permanente proceso de progreso de la propia región, de la comunidad o sociedad que habita en ella y de cada individuo miembro de tal comunidad y habitante de tal territorio”. Las capacidades adaptativas forman parte de dicho proceso de progreso del territorio, de manera que en la medida en que éstas se fortalezcan mejorarán sus condiciones de DR. Con base en la hipótesis planteada, esta variable guarda una relación directa con las variables independientes.

Con base en la revisión de la literatura realizada en la presente investigación, es posible referir que existen coincidencias y elementos independientes que, debido a su trascendencia teórica pueden incluirse en una propuesta de variables que inciden en el desarrollo de capacidades adaptativas de la producción agrícola ante el contexto del CC.

1.6.2 Variables independientes

A continuación, se describen cada una de las variables sugeridas para la evaluación de las capacidades adaptativas:

1.- Superficie agrícola

Esta variable incluye a nivel regional la porción de superficie agrícola respecto al regional que dispone cada municipio y el tamaño promedio de sus terrenos. se justifica empleando el argumento de la Ley de los rendimientos de escala que refiere que en la medida que aumenten todos los factores productivos que se involucran en una empresa, el producto crece, encuentra un máximo y al final decrece. Entonces siempre que uno de los factores permanezca constante invariablemente se llegará a rendimientos decrecientes (Ávila, 2004).

Y paralelo a esto, el aumento de la productividad baja los costos, esto recibe el nombre de economías de escala. En el caso de la presente investigación el factor fijo es el tamaño de tierra, por lo que productores con menor tamaño de tierra encontrarán el punto de rendimientos decrecientes más rápido, así como la imposibilidad de aprovechar las economías de escala (Macías, 2013).

2.- Propiedad comunal

En el entendido de que la propiedad comunal supone reglamentos consensuados y normas que regulan el acceso individual y su aprovechamiento, es decir instituciones locales sólidas que abonen a un esquema de gobernanza (Castro *et al.*, 2012) que reduzca la vulnerabilidad es que plantea como variable. Su relación supone que, a mayor porcentaje de propiedad comunal el municipio será menos vulnerable.

3.- Derechos sobre la tierra

Las personas que se dedican a la agricultura o al sector pecuario en el mundo enfrentan, de primera mano problemas técnico- institucionales y de mercado paralelos a los desafíos que plantea el medio ambiente, específicamente el CC. Muchos productores se ven orillados a emplear prácticas insostenibles e ilícitas, entre otras cosas por la pobreza, la falta de incentivos, la inseguridad y problemas en la definición de los derechos de la tierra (FAO, 2011).

En función del último aspecto es que se plantea la variable sobre la definición de los derechos de la tierra asumiendo el supuesto de que entre mejor definida se encuentre ésta, menos vulnerabilidad habrá.

4.- Tamaño de productores

Con el mismo fundamento que la variable de superficie agrícola, en este caso se asume que los productores medianos y pequeños alcanzan más rápido el punto de rendimientos de decreciente y aprovechan con mayor dificultad las economías de escala, por tanto, entre mayor sea el porcentaje de terrenos de productores pequeños y medianos, existe mayor vulnerabilidad en el municipio.

Cabe mencionar que la AMCA 2016 (INEGI, 2016:30) considera a los grandes productores como “empresas o productores con marcados niveles de especialización y tecnificación cuya producción agrícola, ganadera o forestal contribuye en un alto porcentaje a la producción nacional. Para efecto de los eventos agropecuarios actualmente se considera como grande productor a aquel cuyo valor de su producción es mayor de un millón de pesos”.

5.- Tipo de agricultura

La AMCA (INEGI, 2016) considera terrenos principalmente con “agricultura a cielo abierto” y con “agricultura protegida” en esta variable se argumenta que la agricultura a cielo abierto es más vulnerable, de manera que su estimación consiste en sumar el porcentaje de terrenos que reportan principalmente agricultura a cielo abierto más el porcentaje de terrenos que se reportan en descanso.

6.- Tamaño de parcelas

En concordancia con la lógica empleada en este apartado en lo que se refiere a las variables de superficie agrícola y de tamaño de productores, ahora se presenta la variable que considera los tamaños de parcelas documentados en la AMCA (INEGI, 2016). Es importante señalar que se trata de información referente a terrenos con actividad agrícola y que van de 0 a 2 hectáreas hasta mayores a 20.

7.- Diversificación agrícola

Existe consenso en gran parte de la literatura económica que la diversificación reduce riesgos, para el tema que se trata en la presente investigación, una de las estrategias de adaptación más importantes al CC es la diversificación productiva la cual no solo reduce los riesgos climáticos sino también los de las fluctuaciones de mercado (Craviotti y Palacios, 2013).

En función de lo anterior es que se plantea la presente variable, la cual tiene por objetivo expresar el grado de diversificación agropecuaria por municipio, considerando el nivel de dependencia que estos guardan respecto a todos los cultivos registrados y a su producción pecuaria.

1.6.3 Variable interviniente

Cambio climático. Uno de los objetivos metodológicos de esta investigación es identificar la tendencia o señal de cambio climático aplicando el coeficiente de correlación de Mann – Kendall, que corresponde a pruebas estadísticas no paramétricas dado que los datos climáticos no presentan distribución normal (Bautista, *et al.*, 2011).

CAPÍTULO II.-

CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

Las problemáticas que enfrenta la agricultura en Michoacán en el contexto del CC guardan algunas similitudes con lo que ocurre en otras partes del mundo, que merecen ser consideradas. El objetivo del presente capítulo es revisar parte del contexto internacional de la agricultura de pequeña escala a fin de conocer las formas en que se están abordando las problemáticas y dirigir la discusión de resultados. En el capítulo se recopila información de África, Asia y AL y se acerca a la situación de la agricultura campesina desde la producción de maíz en México y Michoacán. La forma de abordar esta problemática se encuentra respaldada por la batería conceptual del DR, el CC y las capacidades adaptativas, conceptos que serán abordados en el siguiente capítulo.

2.1 CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LA AGRICULTURA: CONTEXTO INTERNACIONAL

En virtud del cambio global que sucede actualmente que incluye, el CC, globalización económica, la pandemia provocada por el Corona Virus Disease 19 (COVID-19 por sus siglas en inglés), el desarrollo tecnológico, entre otras cosas, los tópicos concernientes a la producción de alimentos toman mayor relevancia dada la vulnerabilidad y riesgos a los que se enfrenta este sector de la economía. La población humana alcanzará para finales del siglo cerca de 10 mil millones de personas, por lo que a ese ritmo deberá incrementar la producción de alimentos, sin embargo, las formas intensivas de producción de comida que se están desarrollando en el mundo son las responsables de la pérdida de gran parte de la biodiversidad. De manera que es imprescindible rescatar, promover y reproducir formas de trabajar la tierra que respeten su capacidad regenerativa buscando además que las cerca de 3 mil millones de personas en el planeta que se dedican a la agricultura reduzcan la situación de vulnerabilidad en la que se encuentran (Houtart, 2014).

El presente capítulo describe las condiciones de la producción agrícola familiar, campesina o de pequeña escala, esto en virtud de que se trata de un sector importante de la población en el mundo dado que, alrededor del 70% de los alimentos destinados al consumo humano son producidos bajo este esquema de unidad económica (Van Der Ploeg, 2013).

Este sector productivo trabaja en condiciones cada vez más adversas, por un lado, la tendencia a extremos climáticos y por otro los resultados de las políticas públicas que favorecen el contexto de la globalización en el que se privilegia la producción para la exportación. Estos factores han abonado para que se dé un proceso de concentración de tierras, migraciones masivas, empobrecimiento de productores e incluso el fenómeno de los suicidios de miles de campesinos en la India (Houtart, 2014). Gran parte de estos productores resisten ante tal escenario con aparente ingenuidad, sin embargo llama la atención el hecho de que quienes han sufrido menos impactos negativos son los que se han mantenido al margen de los principios de la lógica del mercado global y de los postulados de la revolución verde; son

aquellas unidades productivas que producen alimento para el autoconsumo y los mercados locales (Altieri y Nicholls, 2010).

Dadas las condiciones descritas a las que se enfrenta la agricultura de pequeña escala y a su importancia multifuncional, estas unidades productivas han sido objeto de múltiples estudios que van desde la propia organización social hasta la caracterización agroecológica de su producción, sin embargo, la heterogeneidad y complejidad de su comportamiento hace pertinente el análisis de nuevas variables. En este sentido Van Der Ploeg (2013), refiere que esta lógica fuera de procesos burocráticos y alejados de la dinámica productivista dominante hace que se vea esta actividad, por un lado como arcaica y anárquica y por otro como un objeto de estudio atractivo.

Resultado de tales investigaciones es que se pueden rastrear los principios de la agroecología en la agricultura familiar, esto fundamentado en que en AL, Asia y África se observan grandes contribuciones culturales, biológicas y de material genético, derivadas de los alimentos de variedad nativa y del conocimiento indígena. Esto se materializa, entre otras cosas en unidades económicas familiares con mayor capacidad para enfrentar la dinámica del mercado, enfermedades, plagas y los extremos climáticos (Altieri y Nicholls, 2010).

Entre tanto, Altieri y Nicholls (2010) realizaron el ejercicio metodológico para documentar y dimensionar a estas unidades productivas. Entre los resultados refieren que, para el caso de Latinoamérica éstas producen la mayor parte de la papa, frijol y maíz para consumo humano, son alrededor de 17 millones de unidades productivas y poseen en promedio 1.8 hectáreas (ha) de tierra; en Asia el caso es similar con la producción de arroz ya que la mayor parte de la producción la realizan los más de 200 millones de agricultores familiares en extensiones de tierra de hasta 2 ha. Por último, en África se observó que hay 33 millones de unidades productivas que disponen de menos de 2 ha y que representan el 80% de los productores agrícolas de continente.

Por su parte Bellow *et al.*, (2010), a partir de una investigación documental, que incluyó 16 países de todos los continentes exceptuando Oceanía, identificaron poco

más de cien experiencias relevantes que mejoran el desarrollo de capacidades adaptativas y las agruparon en cinco categorías: i) gestión y tecnología agrícola, ii) gestión financiera agrícola, iii) diversificación dentro y fuera de la granja, iv) intervenciones del gobierno en infraestructura rural, servicios de salud y reducción del riesgo para la población rural y v) gestión del conocimiento, redes y gobernanza. Siendo la diversificación al interior y fuera de la granja la que se repitió con mayor frecuencia de casos.

Como ejemplos actividades concretas de adaptación de los pequeños productores se encuentra la selección de cultivos en función de las características climáticas de las regiones (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2006). También se ha observado la diversificación de la producción en función de los ciclos climáticos, es decir, hay aldeas que un tiempo dedican la mayor cantidad de recursos a la ganadería y otro periodo son principalmente agricultores, así mismo, existe mayor conciencia de los productores para aprovechar la diversidad del paisaje y la temporalidad (Thomas *et al.*, 2007). En esta lógica, en los siguientes tres apartados se profundiza en las respuestas adaptativas de la agricultura de pequeña escala en AL, África y Asia, considerando el contexto del CC y el propio cambio global (Mendelson y Dinar, 1999).

2.1.1 Agricultura de pequeña escala en África y sus prácticas adaptativas

La mayoría de los habitantes del continente africano se emplea en actividades del sector primario de la economía, el cual se encuentra conformado principalmente por pequeños productores agrícolas, para dimensionar esto, las actividades agrícolas más el resto del sector emplea al 80% de la población del continente y su producción representa alrededor del 30% del Producto Interno Bruto (PIB) y 40% del valor de las exportaciones (Thornton *et al.*, 2006). Tan solo en caso de la región Subsahariana el porcentaje de la población que se dedica a esta actividad oscila entre el 60 y 90% (Thornton *et al.*, 2006). De manera que la mayoría de las personas en estos países se vincula a actividades económicas altamente vulnerables a las condiciones climáticas, es decir, sector primario y terciario, en particular el turismo (Bellow, *et al.*, 2010).

La agricultura familiar en África ha incorporado complejos procesos para la adaptación ya que conjugan múltiples dimensiones que no se deben tratar por separado dadas sus interrelaciones como el clima, la situación económica, el desarrollo tecnológico, las condiciones sociales y políticas (Smit y Skinner, 2002; Adger *et al.*, 2007). De este planteamiento se deriva el hecho de que la adaptación requiere de reiteradas iniciativas de prueba y error a diferentes escalas y entre actores diversos, todo lo opuesto a suponer en un ajuste automático a la realidad actual (Osbahr *et al.*, 2008).

El argumento anterior, respecto a la complejidad del contexto en el que se desarrolla la agricultura de pequeña escala, ilustra la dificultad para distinguir entre acciones planificadas de largo plazo para la adaptación al CC o se trata de una respuesta coyuntural como por ejemplo, una sequía de corto plazo. Así mismo la participación de múltiples actores que van desde los hogares rurales, las empresas, los consumidores, las organizaciones no gubernamentales (ONG) o instancias de gobierno implica que los estudios de capacidades adaptativas consideren los tipos de relaciones entre estos (Smit y Skinner, 2002).

Dicho lo anterior, algunas de las prácticas adaptativas que destacan entre pequeños productores africanos son el cambio de tipo de semilla en las regiones más frías, moderadamente cálidas y cálidas, lo que se acompaña de modificaciones en los sistemas de cultivo (Kurukulasuriya y Mendelsohn, 2006). También se ha documentado que hay productores que diversifican las actividades en función del clima, por ejemplo, en periodos secos, le dedican más trabajo a la ganadería. En este sentido Thomas *et al.*, (2007) refieren que, dados los escenarios climáticos en los que se tiene como panorama probable un aumento en la variabilidad del clima en la mayor parte del continente, esta estrategia de resistencia temporal, será empleada en mayor medida y de ser así se considerará una estrategia de adaptación.

Aunado a lo anterior, en las zonas altas de Mbulu, Tanzania, durante la temporada seca se acompaña al desarrollo de las plántulas con cultivos de cobertura que mejoren los nutrientes del suelo, reduzcan la erosión, controlen maleza, entre otros

beneficios, así como la utilización de cercas vivas y equipamiento de terrenos con sistemas tradicionales de drenaje. Este sistema coincide con los métodos y técnicas empleados en Roslagen, Suecia para hacer frente a la época de estiaje (Tengö y Belfrage, 2004).

Como sucede en gran parte del mundo, en África también se emplean variedades de semillas genéticamente modificadas acompañadas de paquetes tecnológicos para mejorar el rendimiento de los cultivos. Al respecto en el año de 1992 fue iniciado el Centro Africano del Arroz que busca la hibridación interespecífica de este cultivo para hacerlo más resistente a condiciones de poca disponibilidad de agua y a las plagas (Bellow, *et al.*, 2010).

Otro tipo de tecnología empleada para el desarrollo de capacidades adaptativas es el uso de la información meteorológica acompañada de sistemas de información geográfica (SIG) aplicados a para considerar amenazas climáticas y desarrollar proyectos como el de Mbilinyi *et al.* (2007) que consiste en la eficiente recolección de agua de lluvia.

A nivel unidad económica, granja, o pequeña finca, también se realizan cambios asociados principalmente a la diversificación según el contexto. Estas acciones adaptativas son respuestas no agrícolas por ejemplo la migración, el recurrir al financiamiento para subsistir a las temporadas de mal tiempo, actividades forestales maderables y no maderables, entre otras (Bellow, *et al.*, 2010). Al respecto Ilyia (1999), documentó los ingresos de fuentes no agrícolas en Nigeria y se encontró un amplio catálogo de actividades que se distribuyó 89 actividades diferentes realizadas por mujeres y 79 por hombres. Este fenómeno de la diversificación de las actividades en la finca es un común denominador en la agricultura familiar a nivel mundial ya que es motivado, como se mencionado en líneas anteriores, por el cambio global, es decir, nuevas configuraciones del mercado asociadas al cambio demográfico y a las variaciones climáticas (Bryceson, 2002).

Por otro lado, la gobernanza local, redes de colaboración y la gestión del conocimiento, constituyen un conjunto de temas centrales para el análisis de las capacidades adaptativas a partir de acciones colaborativas. Al respecto Osman-

Elasa *et al.* (2006), refieren que un determinante clave para la adaptación al CC y la asimilación de actividades productivas agrícolas sostenibles, radica en la participación y el empoderamiento de las mujeres en las unidades productivas, así como fortalecer la importancia de “el acceso a la familia” como fuerza de trabajo, los vínculos con proveedores de insumos y con los canales de distribución con el objetivo de materializar la comercialización colectiva de los productos agrícolas (Bellow *et al.*, 2010).

Los aspectos asociados a la gobernanza incluyen acuerdos formales e informales en los que se definen situaciones como el uso de los recursos naturales, tales como la definición de espacios colectivos, la cantidad de animales que soporta el espacio para alimentarse, entre otros. A partir de esta argumentación es que se define que en la medida que las personas se involucren en actividades para fortalecer la gobernanza local y la participación equitativa de los grupos sociales, habrá mejoras en su capacidad de adaptación (Osman-Elasa *et al.*, 2006).

En este sentido Osbahr *et al.*, (2008), observaron que en Mozambique fue promovido un sistema de gobernanza que busca mejorar la participación y la comunicación entre los actores locales, ONG, sociedad civil y gobierno. Entre los resultados de esta iniciativa, destaca el hecho de que el 45 % de los pequeños productores implementaron cambios en sus cultivos, en específico a variedades más resistentes a las condiciones de poca agua y de maduración más rápida.

Por su parte, las redes de colaboración se observan en estudios que han documentado la acción colectiva como en el caso de Thomas *et al.*, (2007) quienes asociaron el impacto de la acción colectiva en el desarrollo de las capacidades adaptativas en Sudáfrica. Se encontraron iniciativas empresariales de constitución cooperativa asociadas a la cadena productiva del maíz, a fin de reducir costos de transporte, producción y riesgos; de igual manera los autores documentaron iniciativas para diversificar proyectos productivos en la finca, asociados a actividades de producción de huevo, horticultura y avicultura.

En el mismo orden de ideas Campbell (1999), realizó un estudio comparativo entre agricultores y pastores durante el periodo de 1970 a 1990 en el distrito de Kajiado,

Kenia. Los resultados demostraron que a mayor cohesión social había mejor adaptación al fenómeno de la sequía, la confianza como determinante entre familiares y vecinos se manifestó en el 17% de los productores en el año de 1977, mientras que para 1996 ésta era expresada en el 29% de las personas que participaron en dicho estudio, esta situación se dio a partir de la creciente migración de agricultores a la región con quienes se tuvieron que fomentar las condiciones colaborativas para mejorar de manera colectivas las condiciones de vida de las personas.

Así mismo se han observado mecanismos de intercambio de trabajo en lugar de pago en dinero. Tal situación se ha acrecentado en la provincia de Gaza de Mozambique en la que la denominada *Kuvekala* se trata de pagar a las personas que se emplean como cuidadores de ganado con una de las crías que atiende (Osbahr *et al.*, 2008).

En cuanto a la gestión del conocimiento cabe señalar dos niveles de adaptación, micro y macro. Respecto al primero se trata de acciones en las que hay mayor experimentación por parte de los productores, como el empleo de indicadores de variabilidad del ecosistema basados en el manejo de animales silvestres y plantas locales, el empleo de información meteorológica y sistemas de gobernanza para la toma de decisiones. Por su parte, el nivel macro involucra los aspectos administrativos y de incentivos que hacen posible el trabajo de extensionistas, la capacitación y entrenamiento técnico-práctico para agricultores (Bellow *et al.*, 2010).

Finalmente, no menos importante está el conocimiento indígena o tradicional, el cual para el caso de África ha mostrado matices que van desde situaciones problemáticas hasta la benéficas en términos de adaptación al CC. Como ejemplo del primer caso en el distrito rural de Shinyanga, Tanzania se analizaron prácticas agroforestales no sustentables en un contexto de rápidos cambios en el clima, se realizaban talas indiscriminadas, sin considerar la tasa de regeneración de las especies que se talaban, esto debido a que los habitantes desconocían el impacto positivo que tiene la cobertura vegetal en la alimentación de los mantos acuíferos y agua subterránea (Siedenburg, 2008). En contraste en la región de Kilimanjaro de

Tanzania se han registrado prácticas indígenas de sustentabilidad fuerte respecto a la recolección de agua de lluvia, activo indispensable para el diseño de tecnologías de riego eficiente en el manejo de este recurso (Mbilinyi, *et al.*, 2005).

2.1.2 Agricultura de pequeña escala en Asia

En Asia hay cada vez menos tierra disponible para la agricultura esto debido a la alta densidad de población de manera que, gran parte de la producción se realiza de forma intensiva y los pequeños agricultores producen en parcelas reducidas. Al respecto se observa que, excluyendo Mongolia, la agricultura familiar o de pequeña escala se practica en predios con dimensiones cercanas a la media hectárea, con diferentes estatus legales que van desde la propiedad privada hasta los contratos estatales (China, Vietnam), pasando por el uso comunitario de la tierra. En este tipo de producción generalmente predominan las condiciones de subsistencia o producción para el mercado local, independiente de la agroindustria y sus mercados, pero al mismo tiempo es diversa y orgánica. Se trata de una tradición histórica y una base sólida para la defensa de los derechos de los campesinos, la soberanía alimentaria y el trabajo digno (Houtart, 2014).

De manera semejante a como ha sucedido en gran parte de África y AL, en las recientes décadas se ha observado en el continente asiático un proceso de apropiación y concentración de tierras por parte de los grandes empresarios agroindustriales, provocando entre otras cosas, que se acelere la migración de las zonas rurales a las urbanas. Así, buena parte del campesinado se volvió proletario, dependiente del trabajo que ofrece la producción intensiva primaria, de la que destaca en este continente el eucalipto, la palma y la soja. Este fenómeno, entre otras cosas, afecta la estabilidad social de las familias, incide en la desintegración de pueblos y comunidades y con los cambios en la propiedad de la tierra y en las formas de producir, afecta negativamente el entorno ecológico (Houtart y Tiejun, 2012).

China, que representa al este de Asia, enfrenta el problema de una población creciente que ronda los 1.4 billones de habitantes, por lo que la tierra cultivable se convierte en un recurso cada vez más escaso, del que se disponen de alrededor de

122 millones de hectáreas para hacer frente a los desafíos que demanda su soberanía alimentaria. De manera que el 86% de los cultivos son para alimento humano, destacando los cereales como el arroz, sorgo, cebada, trigo y maíz, así como el frijol (10%), batatas (8%) y otros cultivos (4%) (Sit, 2012).

La mayoría de la producción agrícola de China la realizan pequeños propietarios rurales o terratenientes los cuales se distribuyen en alrededor 240 millones de familias que conforman 680 mil aldeas donde también se trabaja tierra que es gestionada por algún comité de la aldea, cabe destacar que este país dispone del 15% de su territorio como tierra cultivable lo que representa el 10% de las zonas cultivables del planeta. Con esta constitución, la producción agrícola de China es la más grande del mundo ya que alimenta al 20% de la población de la tierra (Sit, 2012).

Pese a lo anterior, la disminución de la tierra cultivable y falta de agua con calidad mínima para el riego son algunos de los principales problemas que enfrenta la agricultura en China. Esto se debe por un lado, al crecimiento inmobiliario y por otro al creciente uso de agroquímicos, el cual ha sido de alrededor de 550% en los últimos sesenta años con el fin de intensificar la producción de granos para alimentar una creciente población y que ha contaminado el 60% de sus ríos (Sit, 2012).

Entre las iniciativas importantes para hacer frente a esta situación de cambio global destacan aquellas que buscan capacitación a pequeños productores y estudiantes universitarios, fomento de la agroecología, mejor vinculación entre los espacios rurales y urbanos como son: la *Liang Shuming Reconstrucción Center* (2004), que ofrece formación académica universitaria en temas de agricultura y desarrollo rural; el *Green Ground Eco-Center* (2006), es una organización que fomenta acciones cooperativas en la coexistencia de lo urbano-rural; el Instituto de Reconstrucción Rural de James Yen (2004-2007), enfocado en proveer de manera gratuita, cursos de capacitación a pequeños productores y opciones de movilidad para universitarios que desearan trabajar en el campo; así mismo, la *Little Donkey Farm* (2008) es resultado de la colaboración entre el gobierno de Haidian y la Universidad Renmin

con el fin de contribuir al desarrollo de la agricultura comunitaria y mejorar las relaciones entre los ámbitos rural y urbano (Sit, 2012).

Entre tanto, en la región del sudeste asiático específicamente en Filipinas, el 74% de la producción agrícola es generada por pequeños productores familiares itinerantes que emplean tradicionales tecnologías y que han visto deterioradas sus condiciones de vida debido al incremento de la importación de productos subsidiados. Ante este panorama, el país transita por un proceso de transformación productiva ya que setenta años atrás la actividad agrícola empleaba al 60% de la población, mientras que al finalizar la primera década del presente siglo este sector tiene una participación del 34% en el empleo (Tujan, 2012).

A su vez en Filipinas se está utilizando gran parte de la tierra cultivable para la producción de insumos a los biocombustibles como son la yuca, el maíz, el sorgo dulce y la caña de azúcar. Esto ha generado tal reducción en la producción de alimentos que para abastecer la demanda local se tiene que recurrir al déficit comercial en este rubro lo que además genera que para la tierra disponible se empleen semillas genéticamente modificadas a fin de hacer más eficiente la producción, de manera que se le apuesta a apoyar la oferta de alimentos con el desarrollo de la industria genética (Salinas y Gasca, 2009).

El panorama socioeconómico de este país no es alentador y como se ha manejado en la presente investigación, es imprescindible considerar la amenaza del CC en planes y proyecciones territoriales integrales. Para Filipinas se han realizado proyecciones que lo sitúan entre los cinco países que enfrentaran mayores amenazas asociadas al clima dadas sus condiciones geográficas. Su producción de alimentos se encuentra vulnerable dada la alta probabilidad de ocurrencia de tifones cada vez más fuertes, aumento del nivel del mar, erosión del suelo y los extremos de calor y lluvia (*Íbid*).

Dentro de las iniciativas de adaptación documentadas se destaca la emprendida por el Movimiento Campesino de Filipinas el *Bungkalan* que, ante la situación descrita de la agricultura en ese país busca mejorar las condiciones de derechos sobre la tierra de los pequeños productores con la meta de lograr la soberanía alimentaria

mediante prácticas agrícolas sostenibles y orgánicas. Los agricultores y los trabajadores agrícolas lo han estado haciendo durante años, desde azucareras en Tarlac y Negros hasta plantaciones en Mindanao y Luzón Central. *Bungkalan* aborda dos problemas básicos que enfrentan los agricultores: el control de la tierra que cultivan y la seguridad alimentaria (Bueno, 2019).

Así mismo organizaciones como SEARICE e IBON trabajan con iniciativas para promover y desarrollar tecnologías agroecológicas; y finalmente MASIPAG y SIBAT por su parte son organizaciones de la sociedad civil que mantienen campañas activas en favor de la reforma agraria y acuática que favorezca a grupos campesinos (Bueno, 2019).

En cuanto a MASIPAG o *Magsasaka y Siyentipiko para Pag-unlad en Agrikultura* que en español es la Asociación de Agricultores y Científicos para el Desarrollo. Se trata de una extensa red de productores, científicos y organizaciones civiles que promueven la producción agrícola sustentable y la importancia de alimentarse con ésta, generando y difundiendo conocimiento relacionado a la cadena productiva local; gestionan la biodiversidad capacitando a los agricultores para el cuidado de los recursos biológicos y genéticos. Esta ONG ha desarrollado y consolidado bancos de semillas como estrategia para la protección del material genético (MASIPAG, 2013).

En un estudio comparativo realizado por la MASIPAG en el que participaron 840 agricultores categorizados en tres grupos de 240 cada uno: Convencionales, en transición a la agricultura ecológica y completamente orgánicos, se concluyó que los pertenecientes al último grupo tienen ventajas respecto a la capacidad de negociación, dado el apoyo de la red para vincular con mercados; ventaja respecto a la de capacitación y entrenamiento en el giro de su producción además de que son productores que presentan mayor cooperación e involucramiento con las actividades de su comunidad (Tujan, 2012).

El panorama al sur del continente no dista de lo que se ha descrito hasta el momento, Nepal, Bután, y Bangladesh son países en los que enfrentan desafíos grandes respecto a la dimensión ambiental, política y económica. En la región se

está experimentando también de manera significativa la disminución de la población rural por un alto crecimiento de las personas que habitan en ciudades; Nepal y Bangladesh son países densamente poblados, con 23 y 131 millones de habitantes respectivamente y que según el PNUD (2004), generan un PIB *per cápita* en un rango de los 250 a 695 dólares estadounidenses (USD) (Alam y Murray, 2005).

Desde principios del presente siglo se han elaborado estudios cuyo objetivo es conocer la vulnerabilidad de estos países ante los impactos potenciales del CC, así como las medidas de adaptación que se hayan desarrollado. De estos trabajos destacan i) los estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) sobre Bangladesh y Nepal en 2003 (Shardul *et al.*, 2003a y 2003b); ii) la comunicación inicial nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (DoE, 2002); y el estudio país sobre CC bajo el programa de estudio de CC de EE. UU. (Huq *et al.*, 1999). Los resultados no son alentadores, para los tres países se espera reducción en la disponibilidad de agua y de los recursos agrícolas, como resultado de la aceleración del derretimiento de los glaciares, así como clima extremo de lluvia y sequía, mientras que en específico para el caso de Bangladesh una de las proyecciones más preocupantes es la que señala el aumento del nivel del mar (Alam y Murray, 2005).

Las proyecciones prevén que en un escenario de CC moderado en Bangladesh, por ejemplo, se acentuará la pérdida de soberanía alimentaria y el déficit comercial de los principales cultivos como el arroz, papa y trigo superará el 30, 70 y 50% respectivamente. Los escenarios severos consideran que en esta región se enfrentarán al aumento de temperaturas de 4⁰C lo que traerá consigo entre otras cosas aumento de la evaporación de del 22%, es decir, habrá mayor pérdida de agua en los cultivos y esto repercutirá negativamente en la producción. Estos efectos impactarán de forma negativa en la calidad de vida de las personas que habitan en zonas rurales y se dedican a la agricultura y para estos países la situación se agrava si se considera la pérdida de tierra cultivables y que el sector agrícola ha sido la principal fuente de empleo para los tres países referido (Karim, 1996).

Al respecto Alam y Murray (2005), han documentado las acciones asociadas a la adaptación en estos países, que agrupadas en siete categorías quedan de la siguiente manera: i) manejo forestal comunitario; ii) desarrollo de la observación climática, alertas tempranas y mejora en los pronósticos; iii) mejora en las variedades de cultivos y ganado para adaptación a las condiciones climáticas extremas; iv) mapeo de amenazas y vulnerabilidades; v) implementación de ecotecnias para aumentar la eficiencia del riego; vi) fomento de la participación comunitaria y la sensibilización y; vii) mejoras en la infraestructura existente para el manejo del agua.

2.1.3 Acciones de adaptación de la agricultura familiar en América Latina ante el contexto de Cambio Climático

Hasta la presente sección se han descrito diversas estrategias y acciones adaptativas llevadas a cabo en diferentes escalas territoriales, que van desde proyectos emprendidos a partir de los gobiernos nacionales hasta iniciativas comunitarias locales. Esta precisión se considera importante debido a que gran parte de las estrategias encaminadas a la adaptación al CC puestas en marcha por dependencias gubernamentales nacionales se encuentran alejadas de la realidad climática, cultural, política y geográfica local, condición que las condena al fracaso (Molnar, 2010), de manera que resulta un gran aporte describir aquellas experiencias que surgen desde territorios determinados y que están teniendo resultados positivos. En este sentido, en AL, igual a como ocurre en Asia y África, se han desarrollado y documentado acciones adaptativas importantes generadas por actores locales y regionales.

Se ha referido que existe un amplio abanico de iniciativas que permiten desarrollar capacidades adaptativas, sin embargo en el plano de LA, tales iniciativas pueden ser agrupadas y entendidas en función de las prácticas agroecológicas empleadas (Altieri y Nicholls, 2008), la lógica de adaptación o vinculadas con el uso del conocimiento tradicional o innovaciones sociales reflejadas en la organización (Toledo y Barrera-Bassols, 2008).

En el inicio de esta antología de casos en AL es posible ubicar el Programa de Adaptación al Cambio Climático (PACC Perú), iniciativa de carácter nacional que pretendió beneficios a nivel local. Se trata de un proyecto del gobierno nacional enfocado en dos microcuencas: Mollembamba y Huacrahuacho en las regiones de Apurímac y Cusco respectivamente y que se llevó a cabo en una primera etapa entre los años de 2009 y 2013. El programa pretende reducir los efectos adversos del CC a nivel local, procurar la buena gestión y sustentabilidad de los recursos naturales de los que se vale la producción campesina y buscar la revalorización del conocimiento tradicional campesino. Para ellos se involucran agentes de todas las escalas territoriales que operan en las ONG, el gobierno y la academia quienes diseñan, proponen e implementan las actividades enfocadas al desarrollo de capacidades adaptativas (Angulo, 2014).

Este programa se robustece en virtud de que considera en sus proyectos las esferas sociales, científicas y técnicas. Entre sus premisas de trabajo destaca que consideran que el éxito de las medidas de adaptación no se basa en el desarrollo de nuevas técnicas, acciones o prácticas ya que este se fundamenta en una sólida voluntad política, planificación de largo plazo y aumentar la calidad de la información respecto a su localización y seguridad. Las acciones derivadas de este programa se agrupan en cinco amplias categorías: i) conservación de la agrobiodiversidad; ii) recuperación y valoración del conocimiento y prácticas ancestrales; iii) diversificación de los ingresos; iv) gestión sostenible de los recursos naturales y v) la gestión sostenible de los recursos naturales (Angulo, 2014).

Diversas fuentes oficiales concluyen que los esquemas productivos tradicionales o de pequeña escala operan bajo condiciones poco resilientes y de alto riesgo socioecológico frente al CC. Sin embargo contrario a ello, Montalba *et al.*, (2015), concluyen que tales afirmaciones son parciales debido a que no se consideran variables que reflejen la complejidad que han implicado los históricos procesos de adaptación de los sistemas agrícolas campesinos ante fenómenos adversos

climáticos previos, tales procesos han sido basados en la diversificación de las formas de organización, la cultura y el empleo de la agroecología¹.

La investigación referida se realizó en la Araucanía chilena y se incluyeron variables complejas como las redes de apoyo para el análisis socioecológico, el nivel de recuperación, las medidas preventivas y el grado de conocimiento. El trabajo resalta que la diversidad cultural y la agrobiodiversidad inciden como atenuantes del riesgo socioecológico frente al fenómeno de la sequía en los sistemas agrícolas tradicionales (Montalba *et al.*, 2015).

Se ha advertido hasta esta instancia de la investigación que las capacidades adaptativas se registran en su mayoría según la perspectiva especializada de la agroecología y se presta menor atención a las innovaciones en la organización. Al respecto, Ferraris y Seibane (2016), en su análisis de las asociaciones de productores familiares del Área Metropolitana del Sur de Buenos Aires, vieron que ocurren transformaciones organizativas que impactan favorablemente en las condiciones de vida de las personas dedicadas a la horticultura y floricultura. En la investigación se presenta el caso de que las asociaciones que se han venido reuniendo desde el año 2012 y que han consolidado un panel regional con la finalidad de gestionar recursos y subsidios al gobierno para atenuar sus afectaciones a la producción ante el CC.

Así mismo Hernández (2015), identificó en la comunidad de Tzintzimatato Grande, municipio de Morelia, Michoacán, México, capacidades organizativas encaminadas a responder ante problemas presentados en la agricultura de temporal, que, dicho sea de paso, la percepción de los habitantes es que tales problemas han sido ocasionados por el clima. En dicha investigación se observó que los habitantes se organizan para “faenas” comunitarias y combatir la plaga del “chocho” (*Schistocerca americana*) (Shannon y Arboleda, 1988); se fumigan las parcelas cada tercer día en brigadas, de tal manera que no se trabaja de manera aislada. En caso de siniestro,

¹ Considerada como una disciplina científica que tiene por objeto de estudio la agricultura desde el punto de vista ecológico. Esto implica entender procesos agrícolas de manera interdisciplinaria considerándolos como unidades fundamentales de estudio, siendo la optimización del agroecosistema total el verdadero interés de esta ciencia y no, únicamente la maximización de la producción (Altieri, 2009).

la comunidad a nombre de los ejidatarios, gestionan recursos para cubrir los daños. En este sentido, se han presentado vientos atípicos en la región que tumban las plantas del maíz (acame) y es muy poco lo que se puede rescatar en la cosecha. Ante esto, los productores conocen el procedimiento administrativo necesario para gestionar apoyo ante las autoridades municipales y estatales por la pérdida (Hernández, 2015).

Pese a que en la localidad se prefiere la semilla criolla, se ha utilizado de manera conjunta, semilla híbrida en algunas parcelas, para que sea utilizada como forraje. Para acompañar la vulnerabilidad del cultivo del maíz del temporal, actividad productiva por excelencia en Tzintzimatato, la comunidad ha empleado medidas como el cambio en la temporada de siembra, técnicas de siembra conocidas como “punta de riego” y “humedad”, la utilización de abonos químicos y diversificar actividades como gestionar capacitación y gestión de granjas piscícolas. Es importante señalar que el autoabasto de maíz para consumo humano en estas comunidades alcanza, aproximadamente de 10 a 12 meses (*Ibíd*).

Hasta el momento se ha mostrado heterogeneidad en el desarrollo de capacidades adaptativas en algunos lugares de los continentes de Asia, África y AL, esta diversidad se reproduce a escala municipal en México y Michoacán. A continuación, se expone el panorama de la agricultura campesina en el país y el estado, a partir de la producción de maíz de temporal a fin de detectar este comportamiento diferenciado y acercarse al entendimiento de algunos aspectos que permitan explicar dicho fenómeno.

2.2 SITUACIÓN DE LA AGRICULTURA CAMPESINA EN MÉXICO DESDE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (por sus siglas en inglés FAO), *et al.*, (2015), existen actualmente alrededor de 800 millones de personas en condiciones de inseguridad alimentaria a nivel mundial; en México cerca de 52 millones de habitantes viven con algún nivel de inseguridad alimentaria, es decir, cerca de 44% del total de la población.

En el presente siglo el CC materializará sus efectos en los indicadores de crecimiento económico lo cual dificultará que las acciones para reducir la pobreza tengan resultados positivos, además de que tendrán impacto directo en la seguridad alimentaria (Field, *et al.*, 2014). Tales efectos no serán homogéneos ni entre países ni al interior de éstos ya que dependerá principalmente de las condiciones económicas, políticas, culturales y medioambientales al interior de las regiones y de la manera en que estas condiciones se modifiquen como respuesta al cambio global (Mendelson y Dinar, 1999).

En este sentido México es un país con acentuados contrastes, ejemplo de ello se encuentra en la producción de alimentos ya que por un lado existe un modelo agroexportador que complace los intereses del mercado mundial y por otro lado se encuentran productores agrícolas campesinos que carecen de los medios de subsistencia básicos para llevar a cabo una vida digna. Al respecto es posible referir que, en términos de frutales y hortalizas, según datos de la FAO, el país ocupa el séptimo lugar en el mundo en producción de estos alimentos (Bustos, 2017). Destaca el caso del aguacate y otros frutales en Michoacán y de las hortalizas en Sinaloa.

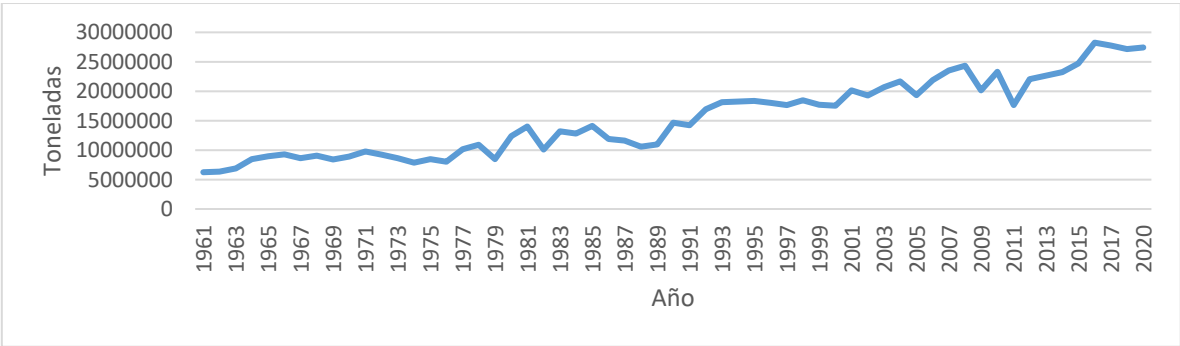
Sin embargo, la agroindustria ha generado, entre otras cosas, efectos negativos como el desplazamiento de actividades productivas rurales, la concentración de grandes extensiones de tierra en pocas manos, deterioro de suelos (Garibay, y Bocco, 2012) e incluso riesgos a la salud por el empleo de agroquímicos (Plenge, *et al.*, 2007).

En esta dinámica de contraste se puede identificar, en el lado opuesto, al sector de producción campesino, es decir comunidades agrícolas que se caracterizan, entre otras cosas, por tener la fuerza de trabajo como principal insumo para la producción (Pérez y Sevilla, 1976); donde la producción depende en gran medida del clima; con productos que no son reconocidos por el mercado, enfrentando precios bajos; con poca tecnificación e insumos para aumentar la producción; en las que aún se reproducen semillas criollas o nativas, con prácticas agrícolas tradicionales.

Aunado a lo anterior, el sector campesino en México enfrenta desde hace cerca de cuatro décadas un embate de políticas de abandono generadas en el contexto de la implementación del modelo neoliberal en AL. En México dichas políticas se consolidaron con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) (Bartra, y Otero, 2007) y partir de ese periodo, a poco más de veinte años de su firma el balance para el sector arroja resultados negativos. Esto es explicado nítidamente con los siguientes datos: se perdieron 4.9 millones de empleos en la agricultura familiar, 6 millones de habitantes del sector rural migraron, el PIB agropecuario pasó de 5 por ciento a 1.5 y México se convirtió en el tercer importador mundial de alimentos, destacan evaluaciones de 15 agrupaciones nacionales y de EE. UU y Canadá (Pérez, 2014).

Revisar el caso del maíz permite un acercamiento al entendimiento de los resultados de la política alimentaria referida en el párrafo anterior. En este sentido, es posible observar que pese a que la producción de maíz en México, según registros de la Base de Datos Estadística Institucional de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (2019) (FAOSTAT, por sus siglas en ingles), en los últimos 57 años (1961-2017) ha presentado una tasa de crecimiento positiva de 2.65% (Figura 1), y aunque México es el quinto productor mundial de maíz, y el cuarto lugar de acuerdo a la superficie destinada al cultivo, mantiene una balanza comercial negativa desde 1995, que lo sitúa como el tercer importador mundial de este grano. En el periodo de 2012-2017, el saldo de la balanza fue de -13,808, 320 tn con exportaciones de 1, 623,896 tons (FAOSTAT, 2019).

Figura 1. Producción Maíz México (Tons) 1961-2020.



Fuente: Elaboración propia con base en FAOSTAT (2020).

Por su parte, entendiendo la inseguridad alimentaria como la disponibilidad limitada o incierta de los alimentos que permiten cubrir los requerimientos nutricionales de los individuos, así como la habilidad limitada o incierta para adquirir dichos alimentos de una manera aceptable desde la perspectiva social y cultural (Anderson, 1990), se estima que 11.3 millones de personas en México padece inseguridad alimentaria grave y se mantiene una dependencia de alrededor del 30% en los cereales, ello se evidencia ya que el volumen de maíz en grano importado durante 2017 llegó a un máximo histórico derivado de la compra de maíz amarillo, mientras que las exportaciones son principalmente de maíz blanco, siendo Venezuela el principal comprador (SAGARPA, 2018).

Además de este escenario, la agricultura campesina, particularmente los productores rurales de zonas deprimidas, enfrenta de manera desventajosa los efectos que está teniendo el fenómeno del CC. Las manifestaciones del CC se presentan en la disminución de zonas cultivables, cambio en las temporadas de lluvias, sequía o intensificación de fenómenos ambientales cada vez más agresivos como heladas, granizadas u ondas de calor que dañan la producción de los cultivos (SUMA, 2011; IPCC, 2012).

Al respecto, Conde *et al.* (2004), señalan que la agricultura en México es vulnerable a las variaciones climáticas extremas, debido a que se desarrolla fundamentalmente bajo condiciones de temporal, también conocido como cultivos de secano, es decir, aquel cultivo en el que la irrigación depende totalmente de la lluvia (Escobar, 2014). Además, puntualizan que este tipo de agricultura tiene en gran parte del país como cultivo principal al maíz, aún en aquellas zonas con climas, suelos o pendientes difíciles para trabajarlo, sin embargo, es alimento básico en la mayor parte de la población nacional tanto rural como urbana (250 kg por habitante/ año).

El resultado de los efectos climatológicos se ve reflejado entonces en la dificultad para desarrollar sus capacidades, por lo que resulta complicado considerar condiciones para el desarrollo en tales circunstancias, particularmente para las comunidades rurales que practican la agricultura campesina. Entendiendo ésta como aquel segmento social integrado por unidades familiares de producción y

consumo que tiene una organización social y económica basada en la explotación agraria del suelo, el modo de producción campesino se caracteriza por un bajo nivel de capital frente a una abundancia de mano de obra (Sevilla y Pérez, 1976).

Pese al panorama adverso, la agricultura campesina continúa generando beneficios importantes a diferentes escalas, tales como la gestión más sustentable de los recursos naturales, conservando la biodiversidad (Rosset, 1999), reproduciendo semillas nativas, también conocidas como semillas criollas, las cuales son originarias del territorio y poseedoras de variedad genética fundamental para la salud de los sistemas agroalimentarios (Cabrera, *et al.*, 2002), además generando empleos y alimentando a la mayor parte de la población mundial (FAO, 2014).

Por beneficios como los citados en el párrafo anterior es que la Asamblea General de la Naciones Unidas declaró el 2014 como año de la Agricultura Familiar a fin de tener presente y actuar en favor de dicho sector, mediante el diseño y ejecución políticas sociales, ambientales y por supuesto agrícolas. Todo ello a partir del ajuste de las agendas nacionales, identificando desafíos y oportunidades para promover un cambio hacia un desarrollo más equitativo y equilibrado (*Ídem*).

2.2.1 Situación de la agricultura campesina en Michoacán desde la producción de maíz

Para fines de acercamiento a la situación de los contrastes expresados en líneas anteriores se procedió a realizar un análisis estadístico georeferenciado para el estado de Michoacán a partir de información del Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, disponible en el SIAP (SAGARPA, 2018).

Como parte del diagnóstico se realizó una estimación del coeficiente simple de especialización (Silva y Quiroga, 1994), para el estado, utilizando datos de la producción de maíz de riego y temporal para el año 2017 confirma que la mayoría de los municipios de Michoacán practica principalmente agricultura de temporal también conocida como agricultura de secano, es decir, aquella en la que la irrigación depende por completo de la lluvia (Escobar, 2014). Para este ejercicio se integró una matriz de doble entrada (Q_{ij}) que incluye en las filas la producción de maíz de temporal y riego, y en las columnas los 113 municipios de Michoacán.

El cálculo resulta de la aplicación de la siguiente fórmula:

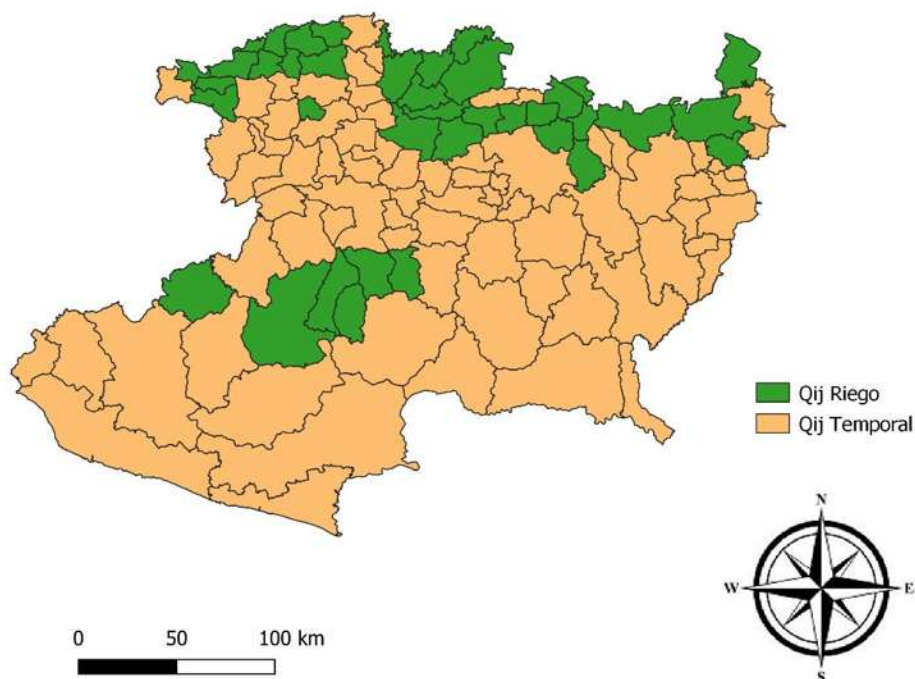
$$Q_{ij} = \frac{\frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^n V_{ij}}}{\frac{\sum_{i=1}^n V_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n V_{ij}}}$$

Fuente: Silva y Quiroga (1994).

Este indicador representa la relación entre la participación del sector "i" en la región "j" y la participación del mismo sector en el total estatal y se utiliza, por tanto, como medida de la especialización relativa o integración regional (Silva y Quiroga, 1994). De tal manera que el indicador refiere la importancia relativa que tiene para el municipio la producción de maíz de riego y de temporal, comparando los dos cultivos en términos de volumen de producción y considerando también la producción estatal.

Los resultados se muestran en el siguiente mapa (Figura 2) donde es posible observar que 74 de los municipios tienen producción de maíz principalmente de temporal, mientras que los 39 restantes mantienen actividad relevante de riego. Se esbozan regiones productivas de riego como la Ciénega de Chapala, el valle de Apatzingán y la franja norte del estado.

Figura 2. Especialización de maíz en Michoacán según disponibilidad de agua (2017).



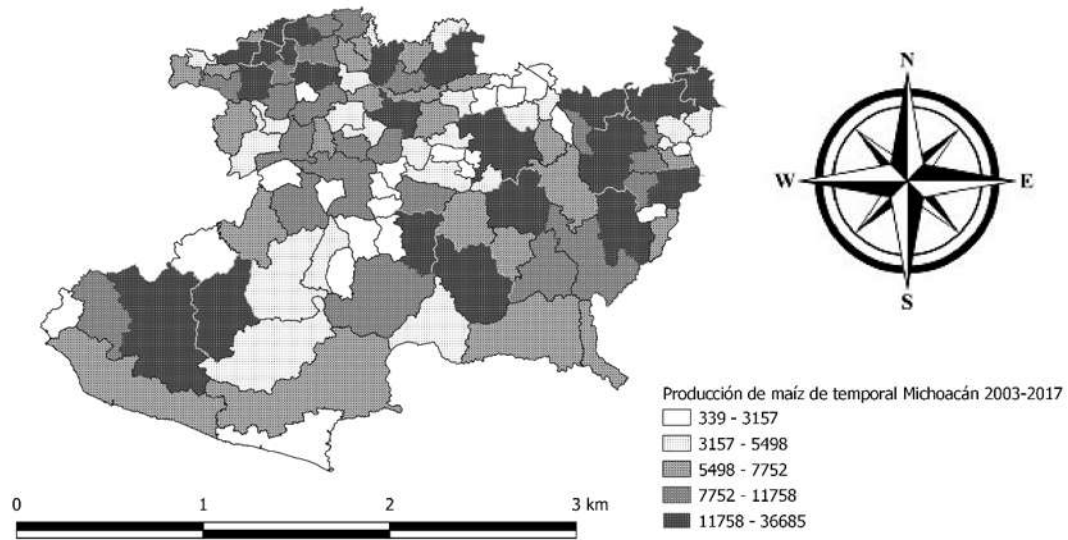
Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP – SAGARPA (2019). *Software QGis3.6.3*

Una vez seleccionada y depurada la información se observó entre las características de la base de datos, que el cultivo para el que se disponen referentes en todos los municipios del estado es el maíz de temporal para un periodo de catorce años (2003 - 2017). Dado que es un cultivo de temporal, es posible tomarlo como indicador inicial ya que su producción está asociada, entre otros factores, al clima.

La primera información empleada para diagnosticar la situación de vulnerabilidad asociada al CC es la producción total del cultivo, registrada en toneladas (Véase Figura 3). Después de agregar la información en un promedio para los años de que se disponen datos, se muestra que la variación en la producción va de las 322.12 toneladas en el municipio de Múgica, a las 36734.32 toneladas en Morelia.

A partir de esta georeferenciación, se pueden bosquejar algunas regiones basadas en su nivel de producción, como la zona de la Ciénega de Chapala de alto volumen de producción y los municipios de Nuevo Urecho, Gabriel Zamora y Múgica, en el centro del estado, como los municipios de menor producción.

Figura 3. Producción de Maíz de temporal Michoacán 2003 – 2017.

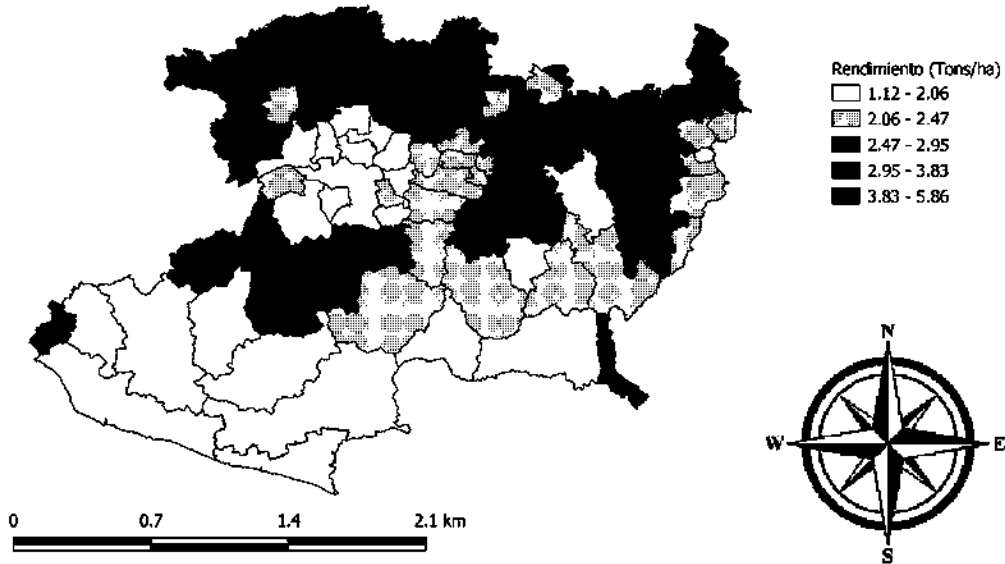


Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP – SAGARPA (2018). *Software* QGis3.6.3

Posteriormente en el análisis, a partir de tener claro que la producción total depende de diversos factores como la superficie sembrada, los apoyos municipales, el grado de urbanización, etc. El segundo acercamiento a la situación de Michoacán en términos de contrastes en la producción, es el rendimiento de la producción medido en toneladas por hectárea (ton/ha).

Los resultados del rendimiento, de igual manera que en el caso anterior, fueron agrupados en un promedio para el periodo de que se disponen datos y los resultados muestran una amplitud en rendimiento que va de 1.05 ton/ha en Arteaga a 6.11 ton/ha en Jacona (Véase Figura 4). A partir de los resultados, es posible ubicar regiones basadas en el criterio de rendimiento como los municipios de Zamora, Ecuandureo, Tanhuato, Yurecuaro, Vista Hermosa, Ixtlán, Chavinda y Jacona, con el rendimiento mayor; también se identifica la región costa con el menor rendimiento por hectáreas, integrada con los municipios de Lázaro Cárdenas, Arteaga y Aquila.

Figura 4. Rendimiento de maíz de temporal (Ton/ha) Michoacán 2003-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP – SAGARPA (2018). *Software* QGis3.6.3

A fin de realizar un análisis más profundo, con la información obtenida se estimó el coeficiente de variación de Pearson (CV) para los 113 municipios de Michoacán, empleando como referencia el rendimiento (Ton/ha) del maíz de temporal. Este indicador mide el porcentaje de las variaciones de una variable respecto a la media de ésta (Vargas, 1995), de tal manera que es posible suponer que las variaciones en el rendimiento por hectárea del cultivo de temporal pueden estar asociadas, entre otros factores, al cambio de clima, por tanto, un municipio que presente una alta variación se encuentra en situación de mayor vulnerabilidad respecto a otro en el que su coeficiente sea bajo.

Por lo tanto, el indicador no considera la cantidad de producción sino las variaciones en ésta, de tal manera que un municipio con poca producción, pero con un CV bajo permite suponer que hay pueblos y comunidades campesinas que están llevando a cabo algunas acciones para mantener constante su producción temporalera de maíz.

Como se mencionó en líneas anteriores, se dispone de información desde el año 2003 hasta el 2017, para los 113 municipios de Michoacán. Es posible señalar que entre la información obtenida se encuentra la superficie sembrada, la superficie cosechada, la superficie siniestrada, la producción total y el rendimiento en toneladas por hectárea. Es precisamente este último dato el que se utilizó para la construcción del CV de Pearson.

El cálculo del CV resulta del cociente de la desviación estándar y la media.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

Fuente: Vargas (1995).

La base de datos se integró como se muestra en la siguiente tabla de ejemplo para el municipio de Acuitzio.

Cuadro 1. Ejemplo de construcción del Coeficiente de Variación.

Municipio	Rendimiento Ton/ha									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Acuitzio	2.05	2	2	2.54	2.2	2.8		2.5	3	2
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Varianza (s ²)	Desviación estándar (s)	Media	Coeficiente de variación
	3.4	4	2.8	3	2.9	3.2	0.3540	0.5949	2.6564285	21.92%

Fuente: Elaboración propia con base en información de SIAP/ SAGARPA (2018).

Una vez obtenido el CV para los 113 municipios de Michoacán se observó que efectivamente existen municipios que presentan alta variación como Chucándiro (70.31%) y otros con un CV muy bajo como Hidalgo (4.64%). El cuadro 2 muestra los municipios con mayor variación y menor variación.

Cuadro 2. Municipios con mayor y menor CV.

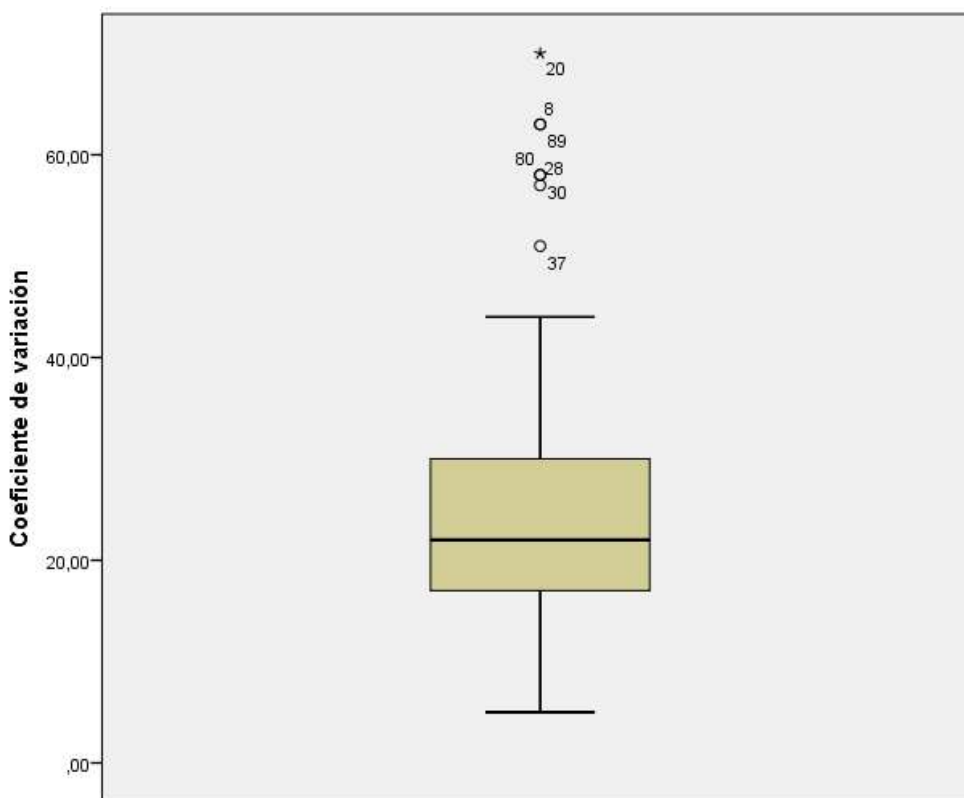
Municipios con mayor CV		Municipios con menor CV	
Municipio	CV	Municipio	CV
CHUCANDIRO	70.31%	SAHUAYO	11.78%
TARIMBARO	63.49%	IRIMBO	11.17%
AQUILA	62.63%	PAJACUARAN	11.13%
SANTA ANA MAYA	58.40%	TUXPAN	11.13%
CUITZEO	58.39%	PUREPERO	10.15%

Municipios con mayor CV		Municipios con menor CV	
Municipio	CV	Municipio	CV
COPANDARO	56.96%	NOCUPETARO	9.58%
HUANDACAREO	51.05%	APORO	8.79%
LAZARO CARDENAS	44.21%	VENUSTIANO CARRANZA	8.59%
TUMBISCATIO	42.37%	JUAREZ	6.93%
CHARO	42.01%	HIDALGO	4.64%

Fuente: Elaboración propia (2018).

La distribución que tiene el coeficiente de variación se muestra en la figura 5 en la que de primera instancia, se puede observar que la mayoría de los datos se encuentra en una variación entre 15 y 20% y algunos *outliers*² sobre los valores mayores de las observaciones.

Figura 5. Distribución de los resultados del Coeficiente de Variación.

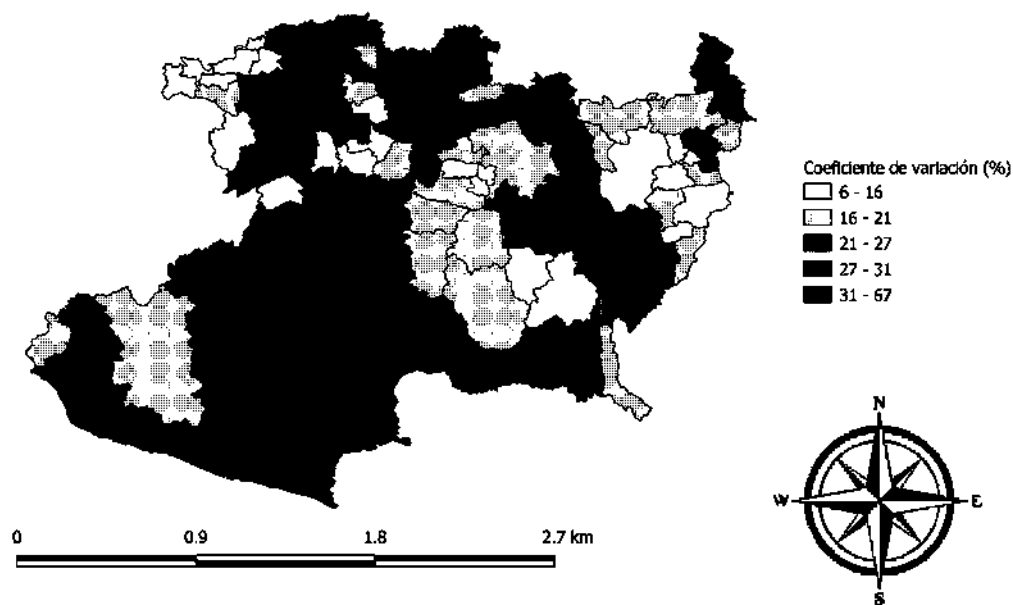


Fuente: Elaboración propia con base en información de SIAP/ SAGARPA (2018).

² Observación o conjunto de observaciones que se desvía de manera notoria con respecto a las demás observaciones que conforman un conjunto de datos (García, 2009).

Las variaciones son considerables, de tal manera que es posible notar que para el mismo cultivo coexisten grandes contrastes que deberán ser estudiados a profundidad. El análisis espacial permite observar los datos a fin de esbozar regiones que presenten variaciones similares (Véase Figura 6).

Figura 6. Coeficiente de Variación en el rendimiento de maíz de temporal, Michoacán 2003-2017.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP – SAGARPA (2018). Software ArcView GIS 3.2

El cálculo del CV es parte de este acercamiento para obtener un panorama general sobre la situación que guarda la agricultura campesina en Michoacán y el impacto que el CC está generando. Sin embargo, habrá que considerar múltiples factores que influyen en el rendimiento de los cultivos, incluso la misma fuente de información es cuestionable debido a las formas de levantamiento de ésta.

Pese a lo anterior, el ejercicio es interesante ya que se puede plantear una hipótesis e ir a comprobarla a campo y la información resultante arrojaría información valiosa para el estudio propuesto.

Hay que destacar que entre los resultados de este ejercicio se encuentra evidencia de contrastes en términos de productividad para el cultivo del maíz de temporal y que una de las razones de dichos contrastes puede deberse a que hay comunidades con actividades de adaptación al CC y las cuales pueden ser la punta de lanza para la sistematización de estrategias de adaptación replicables en localidades de características similares o para el diseño de una política pública regional.

Estos contrastes implican que la capacidad productiva del estado aún sea insuficiente y hace vulnerable al sector rural ante un contexto de escasez y elevación de precios en el mercado global; la demanda de granos para la producción de combustibles, las alteraciones derivadas del CC en un escenario de vulnerabilidad frente al calentamiento global y la especulación propia del modelo económico dominante, construyen un escenario débil para el desarrollo de los pueblos y comunidades (Coss, *et al.*, 2018).

Lo anterior se traduce en vulnerabilidad del sector, la cual afecta principalmente a los más pobres de la población y contribuye de forma significativa a la agudización de sus condiciones de pobreza. En este sentido, la población que habita en las comunidades rurales de alta y muy alta marginación, particularmente, de estados con el nivel socioeconómico que presenta el estado de Michoacán, se encuentra reproduciendo círculos viciosos que están en función de la falta de acciones para configurar las formas tradicionales de producción de subsistencia con las nuevas condiciones climáticas (Cardona, 2002).

Al respecto Cardona (2002), refiere a la vulnerabilidad como la predisposición o susceptibilidad física, económica, política, o social, que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso de un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico que se manifieste. De manera que es posible identificar estos elementos en las comunidades campesinas y suponer una condición de vulnerabilidad.

Como resultado de la revisión de literatura e información estadística se evidencia como problemática de la agricultura campesina, asociada con el cultivo de maíz de

temporal, los contrastes que existen en el estado de Michoacán en términos de producción, rendimiento por hectárea y variación durante el periodo de análisis.

En el presente capítulo se ha expuesto la problemática de la agricultura desde el plano internacional hasta el estado de Michoacán con base a la producción de maíz. Se ha centrado en la agricultura de pequeña escala o campesina, dada su importancia a nivel mundial en la producción de alimentos, a la aplicación de prácticas más sustentables que la agroindustria y a que en muchos casos representa un catálogo de capacidades adaptativas ante el contexto del CC.

En este sentido, se expuso que en el contexto internacional se han documentado estrategias locales y regionales que fortalecen las capacidades adaptativas asociadas, con la gestión del conocimiento (Siedenburg, 2008) y las redes de gobernanza (Osbahr *et al.*, 2008), prácticas agroecológicas como los policultivos, entrenamiento práctico (Altieri y Nicholls, 2008), acción colectiva, movimientos sociales para mejorar los derechos de propiedad sobre la tierra (Thomas *et al.*, 2007), mejoramiento de la observación climática (Alam y Murray, 2005), entre otras.

Tales estrategias se ven directamente afectadas por las interacciones territoriales que son entendidas a partir de áreas del conocimiento como desarrollo regional, subdisciplina de la economía (Hirschman, 1986). De tal manera que el presente capítulo permitió un acercamiento a la problemática de la agricultura en el contexto de CC y en el siguiente se desarrolla la perspectiva teórica del desarrollo regional y su asociación con la agricultura de pequeña escala y el CC.

CAPÍTULO III.-

CARACTERIZACIÓN DE LA REGIÓN CUITZEO

El capítulo que inicia tiene por objetivo describir las características socioeconómicas, los elementos existentes de análisis climático y la producción agrícola y pecuaria de la región. En la primera parte del capítulo se argumenta el criterio de selección de la RC como objeto de estudio; luego se describe el medio geográfico de la región. En la parte central del capítulo se mapean las características de actividades económicas, marginación y migración que predominan en este territorio. Por otro lado, se explican las condiciones climáticas de la región y los elementos que ayudan al análisis climático y finalmente se describen los principales aportes agropecuarios de la región al estado de Michoacán.

3.1 CRITERIO DE SELECCIÓN DEL SITIO DE ESTUDIO

Michoacán es una entidad que se caracteriza por poseer una serie de particularidades sumamente heterogéneas, y debido a ello es que ha sido objeto de muchas regionalizaciones a lo largo de su historia; sin embargo, actualmente la regionalización que se utiliza como referencia para el Plan Estatal de Desarrollo (PED), es la emitida mediante decreto en 2004, misma que utiliza las cuencas acuíferas vinculadas a la infraestructura y vocación productiva de los territorios, como el criterio base para lograr la integración de las cadenas productivas locales y regionales en el estado.

En este sentido, el decreto correspondiente establece, en su artículo primero, lo siguiente: “tiene como objeto establecer las regiones socioeconómicas en el marco de las cuales se ejecutará la política regional en el Estado, con el propósito de alcanzar la reversión paulatina y en el largo plazo de las desigualdades del desarrollo de las regiones, para lograr una distribución más equitativa de los beneficios del crecimiento económico y el bienestar social” (CELEM, 2004: 4).

Adicionalmente, se enumeran las diez regiones socio económicas y sus respectivos municipios: I) Lerma – Chapala, II) Bajío, III) Cuitzeo, IV) Oriente, V) Tepalcatepec, VI) Puhépecha, VII) Pátzcuaro – Zirahuen, VIII) Tierra Caliente, IX) Sierra – Costa e X) Infiernillo (CELEM, 2004).

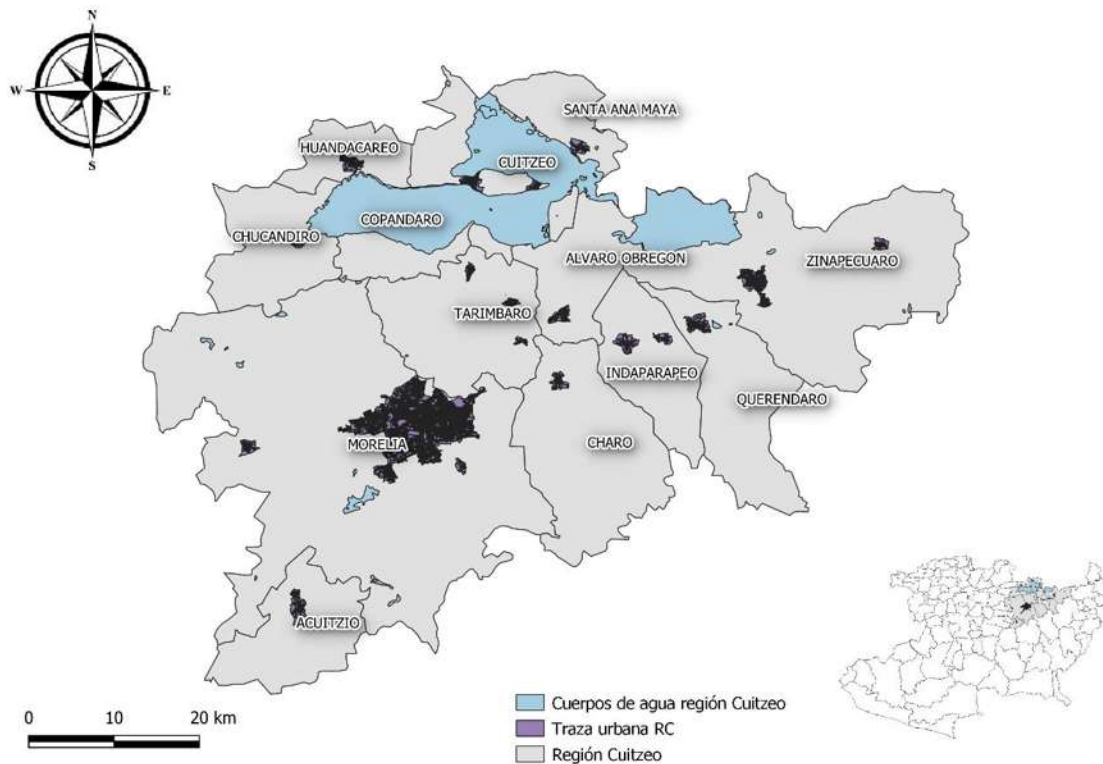
Esta regionalización utiliza el agua como la base fundamental de integración territorial, con todas aquellas las características geográficas y económicas que le son inherentes, por lo tanto, es que se ha juzgado pertinente recurrir a ella para conocer la vulnerabilidad de los agricultores y campesinos ante el cambio climático y determinar su capacidad de adaptación ante dicho fenómeno desde un punto de vista global e integrador.

3.2 Caracterización socioeconómica de la Región Cuitzeo

Para efectos del presente trabajo de investigación, la RC se conceptualizará como aquel espacio tangible y real, así como funcional, desde la óptica de la administración gubernamental, que está constituido por los siguientes municipios:

Acuitzio, Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Morelia, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro y Zinapécuaro (CELEM, 2004) (Figura 7).

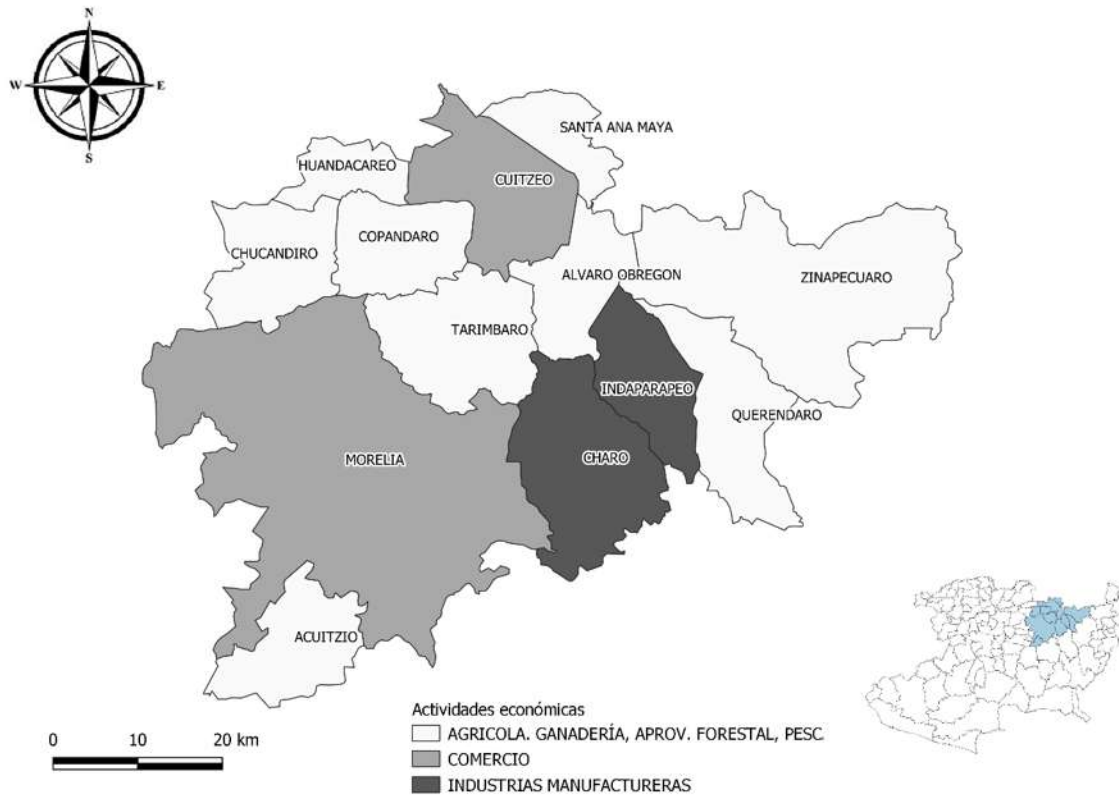
Figura 7. Región Cuitzeo



Fuente: Elaboración propia con base a INEGI (2015). *Software* QGis3.6.3

La cuenca del Lago de Cuitzeo se ubica en el Sistema Volcánico Transversal, a una altitud de 1.800 metros sobre el nivel del mar (msnm), entre las coordenadas 19° 30', 20° 05' N y 100° 35' y 101° 30' O, ocupando una superficie de 3.944.865 km²., lo que aproximadamente equivale a un 7% de la superficie del estado (Filini, 2013). Con una población de 1.004.723 personas, es la zona más poblada de Michoacán. Ahora bien, desde el punto de vista económico, el comercio es la principal actividad de la población, destacándose, por su elevado nivel de urbanización, los municipios de Morelia y Cuitzeo. A pesar de lo anterior, los municipios de Charo e Indaparapeo, vecinos a la capital del estado, cuentan igualmente con un importante sector manufacturero (Figura 8).

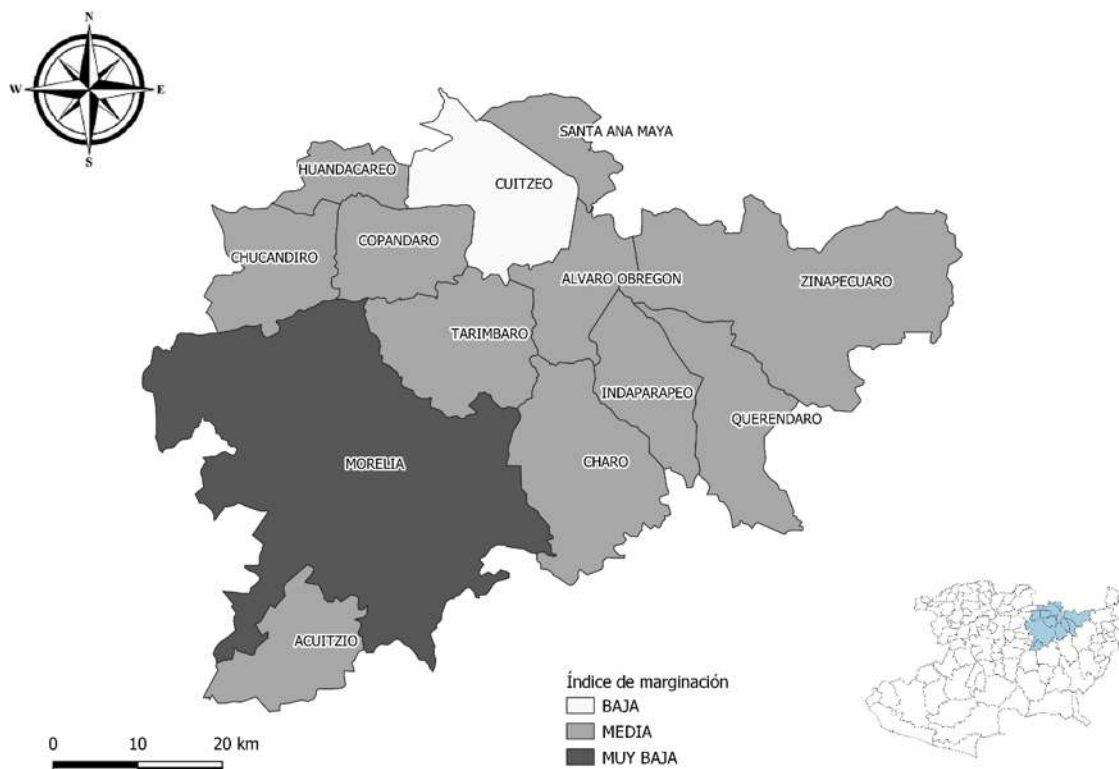
Figura 8. Principales actividades económicas RC.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2015). *Software* QGis3.6.3

La mayoría de los municipios que forman parte de la RC, con excepción de Cuitzeo, que presenta un índice de marginación “Bajo”, ostentan un grado medio de marginación. Caso aparte lo constituye el municipio de Morelia con un índice “Muy bajo”, lo anterior puede estar ciertamente relacionado con la dinámica económica inherente a estos municipios (Figura. 9).

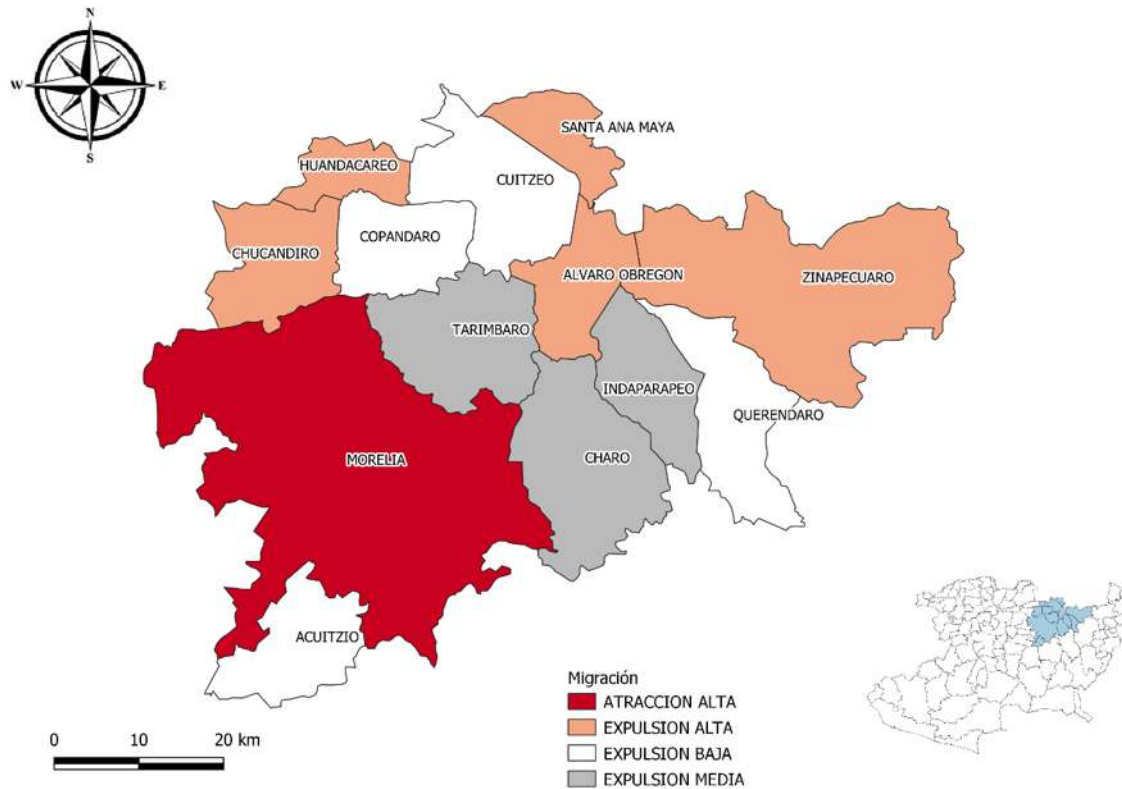
Figura 9. Índice de marginación RC.



Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2015). *Software* QGis3.6.3

Las circunstancias anteriormente descritas se reflejan en las condiciones de la RC en términos de migración y movilidad humana, puesto que, exceptuando el municipio de Morelia, donde la categoría es de "Alta atracción", lo que implica una baja migración, el resto de los municipios presentan algún nivel migratorio; desde esta perspectiva, se tiene que los municipios de Cuitzeo, Copándaro, Queréndaro y Acuitzio presentan un nivel de "Expulsión baja", siendo los municipios de Chucandiro, Huandacareo, Santa Ana Maya, Álvaro Obregón y Zinapécuaro, los que ostentan una categoría de "Alta expulsión"(INEGI, 2015) (Figura 10).

Figura 10. Migración RC.

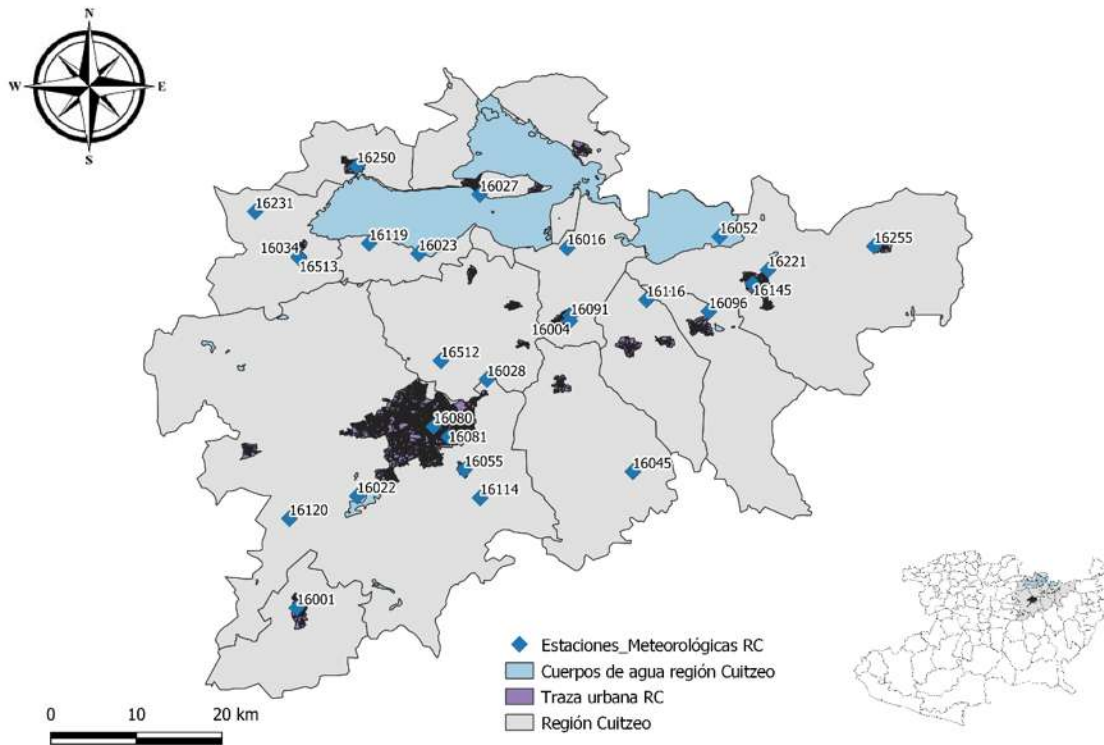


Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2015). *Software* QGis3.6.3

3.3 Elementos de análisis climático de la RC

Por lo demás, dado que la presente investigación utiliza variables climáticas que serán obtenidas mediante las estaciones meteorológicas que disponen información mínima de 25 años (Ortega, 2017), se han identificado 25 estaciones meteorológicas (CLICOM, 2020), mostradas en el siguiente mapa y que, a partir del tratamiento de datos, serán depuradas a partir de la información que se encuentre disponible (Figura 11).

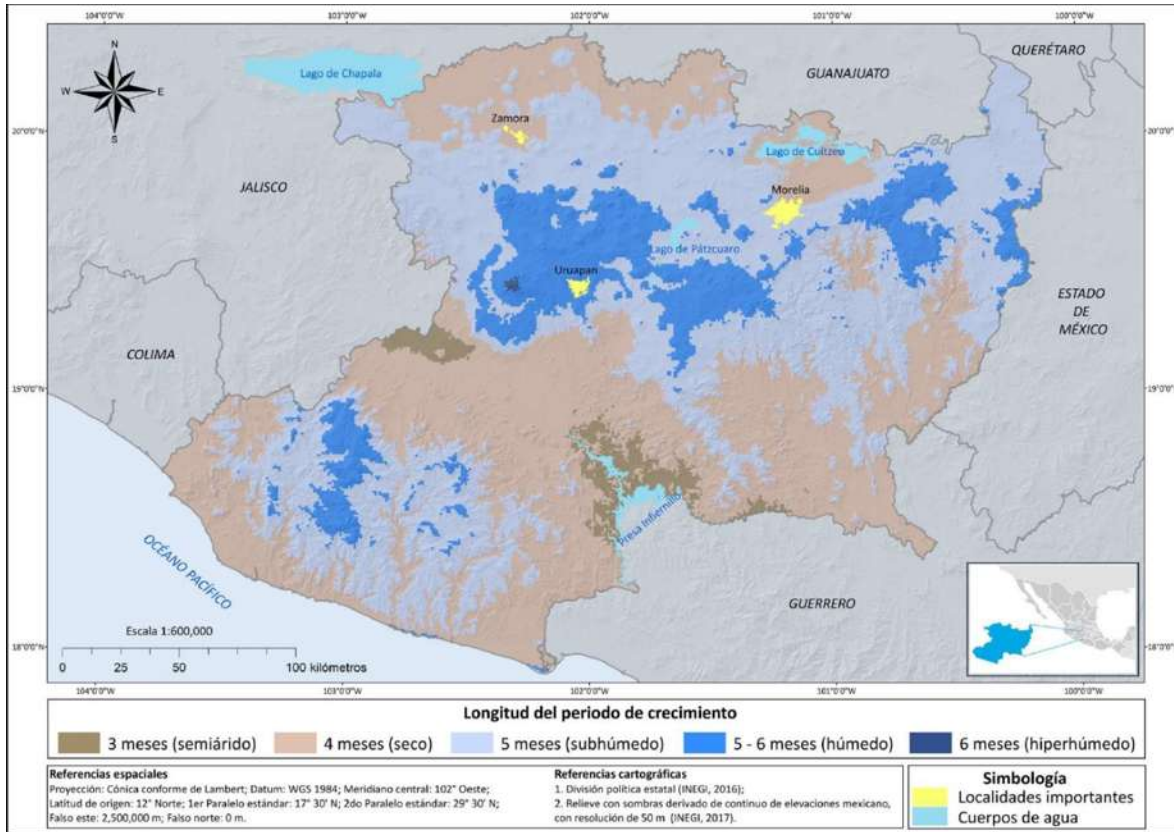
Figura 11. Estaciones meteorológicas RC.



Fuente: Elaboración propia con base en CLICOM (2020). Software QGis3.6.3

Respecto a las condiciones climáticas, la RC se encuentra entre la franja del estado con características de clima templado subhúmedo (INEGI, 2020), sin embargo, respecto a la agricultura de temporal es importante conocer condiciones como la Longitud de Periodo de Crecimiento (LPC), la cual se entiende como el periodo del año en el que las condiciones de humedad y temperatura son favorables para los cultivos. En este sentido Montiel *et al.* (2019) identificaron la LPC para el estado de Michoacán, concluyendo cinco categorías las cuales son i) 3 meses (semiárido), ii) 4 meses (seco), iii) 5 meses (subhúmedo), iv) 5-6 meses (húmedo) y v) 6 meses (hiperhúmedo) (Figura 12).

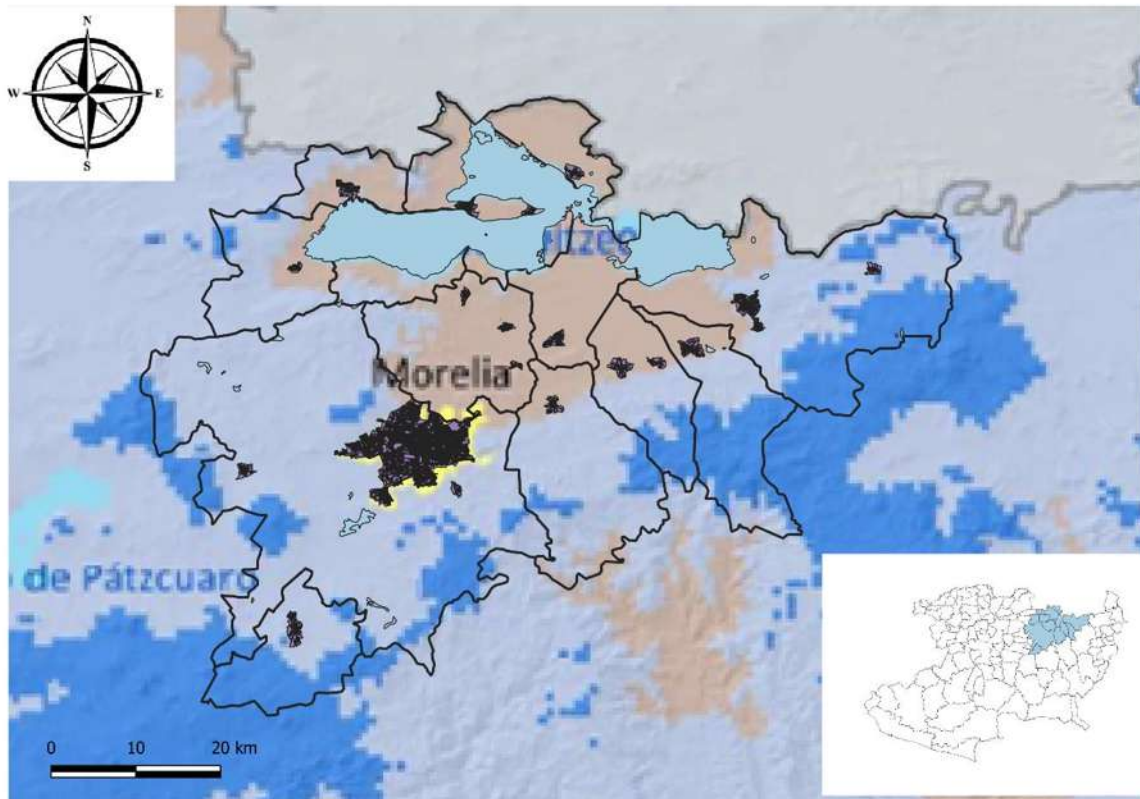
Figura 12. Mapa de la Longitud del Periodo de Crecimiento (LPC) para el estado de Michoacán.



Fuente: Montiel *et al.* (2019).

A partir de esta información, empleando la herramienta *Raster* de un SIG para georreferenciar la imagen con la RC, se puede observar que en la región se encuentran características de LPC “seco” en los municipios más cercanos al Lago de Cuitzeo, además se observan condiciones de subhúmedo en las zonas centrales de los municipios de Zinapécuaro, Indaparapeo, Queréndaro, Charo y Acuitzio. Por su parte en Morelia y Copándaro predomina la condición de subhúmedo (Figura 13).

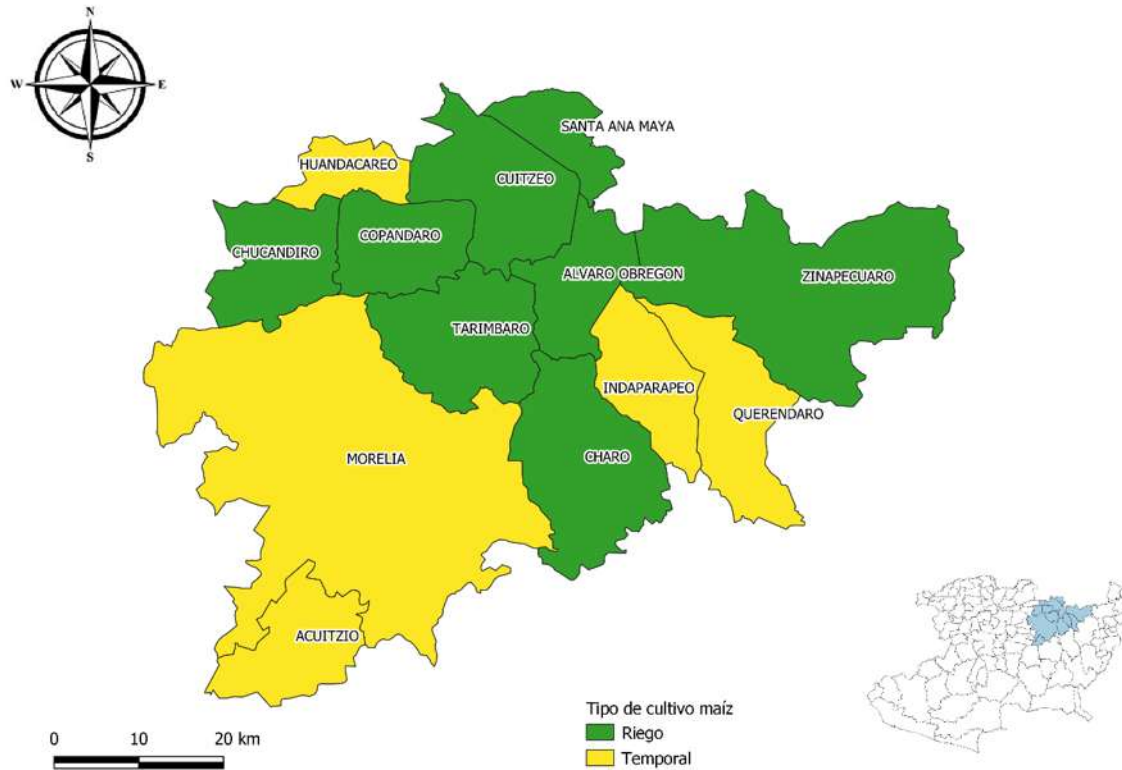
Figura 13. Longitud de Periodo de Crecimiento para la RC.



Fuente: Elaboración propia con base en Montiel *et al.* (2019). Software QGis3.6.3

Esta información es consistente con la especialización de maíz en Michoacán según las reservas hídricas (2017) que se observan en la Figura 2, ya que son justamente los municipios en los que predomina la condición de “subhúmedo” y “húmedo” en los que el cultivo de maíz se lleva a cabo preponderantemente en situación de estacionalidad (Morelia, Queréndaro, Indaparapeo y Acuitzio). En cambio, en la mayor parte del resto de los municipios de la región predominan la siembra y el cultivo de maíz en grano con acceso a riego (Figura 14).

Figura 14. Especialización de maíz en Michoacán (RC) según disponibilidad de agua (2017).



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP – SAGARPA (2019). *Software* QGis3.6.3

3.3 Caracterización productiva agropecuaria de la RC

Con base a lo mencionado anteriormente, es que se seleccionó como sitio objeto del estudio a la RC, al contar esta región con una significativa importancia productiva, ejemplo de lo anterior lo constituye el volumen de la producción de maíz estacional en el municipio de Morelia, en el cual, de conformidad con los datos disponibles (2003-2017), se genera el mayor volumen de producción de este grano con 366.848,92 toneladas (SIAP, 2018). Desde esta óptica, la región en su conjunto es la cuarta más productiva de todo el estado. Además, según la superficie cultivada, el maíz es el grano más importante ya que representa aproximadamente un 75% del total, lo que constituye un porcentaje más alto en comparación al nacional (33,76%) (Cuadro 8).

Cuadro 3. Producción de maíz de temporal por región en Michoacán.

Región	Producción (tn) maíz de temporal (2003-2017)	Tasa de crecimiento de la producción de maíz de temporal (2003-2017)
I. Lerma-Chapala	1,856,802.30	-3.59
II. Bajío	1,720,248.24	1.63
III. Cuitzeo	875,662.49	-0.92
IV. Oriente	1,913,514.80	1.40
V. Tepalcatepec	532,896.09	1.52
VI. Purhépecha	542,695.13	2.67
VII. Pátzcuaro - Zirahuen	340,246.79	1.40
VIII. Tierra Caliente	607,730.78	-1.83
IX. Sierra – Costa	475,495.02	2.48
X. Infiernillo	311,088.47	-3.19

Fuente: Elaboración propia con base a datos de SIAP (2019).

Por otro lado, es de destacar que en la RC se tiene registro (SIACON, 2021) de 48 productos agrícolas de los 117 que se tienen registrados que se producen en el Estado (Ver anexo 1). De éstos destacan, en orden de importancia de acuerdo al su valor de producción, El maíz en grano, el aguacate, la flor nube, fresa, alfalfa verde, cebolla, durazno, avena forrajera en verde, los nopalitos y la ciruela (Véase cuadro 9). Cabe mencionar que, en el caso de estos cultivos cobra relevancia que del total estatal de la flor de nube se produce en la RC, así como el 29.70% del total de la alfalfa verde, el 19.08% de la avena forrajera, el 22,83% de la cebolla; el 72.59 de la ciruela, el 35% del durazno y el 57% de nopalitos.

Cuadro 4. Principales cultivos de la región Cuitzeo por su valor de producción del año 2019 (miles de pesos).

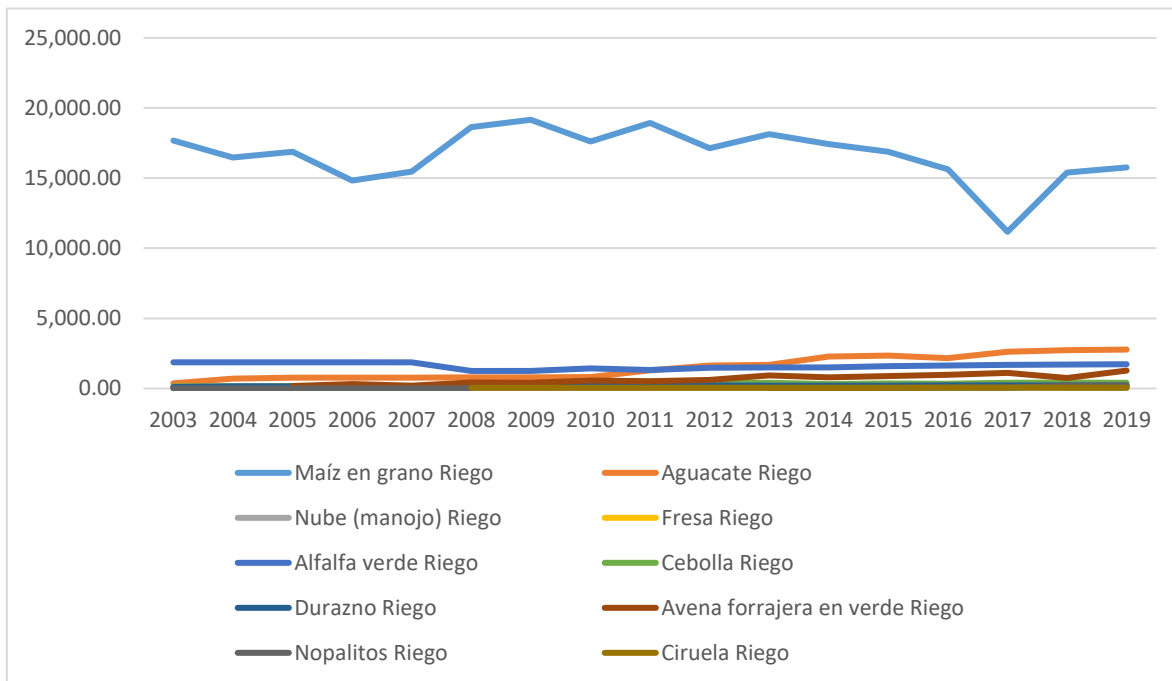
Cultivos	Maíz grano	Aguacate	Nube (manejo)	Fresa	Alfalfa verde	Cebolla	Durazno	Avena forrajera en verde	Nopalitos	Ciruela
Municipios										
Acuitzio	22106.09	315831.14	-----	-----	-----	-----	1100.31	1102.62	-----	-----
Álvaro Obregón	86594.57	-----	-----	1887.9	53006.78	8550	-----	6868.5	-----	-----
Charo	71706.42	16810.91	-----	-----	2468.72	2943.72	-----	1285.92	-----	-----
Chucándiro	3998.58	-----	-----	-----	1207.49	10082.4	-----	1008.99	-----	-----
Copándaro	8278.62	311.85	3196.83	-----	1861.78	44447.43	-----	668.8	-----	-----
Cuitzeo	55413.64	-----	-----	-----	-----	10846.23	-----	1671.53	-----	-----
Huandacareo	13137.72	-----	-----	-----	12124.35	-----	-----	1203.18	-----	-----
Indaparapeo	130841.49	540.82	-----	-----	3126.91	-----	-----	870	-----	-----
Morelia	181238.27	216988.25	-----	100270.24	1334.64	-----	4179.27	2356	65560.8	-----
Queréndaro	50800.79	3027.37	-----	-----	2895.81	-----	-----	2810.81	-----	-----
Santa Ana Maya	36427.09	-----	-----	-----	7319.17	1357.05	-----	788.98	-----	-----
Tarímbaro	15692.34	1047.2	134169.63	-----	281.98	11520	-----	44748.55	-----	-----
Zinapécuaro	49587.94	14005.07	-----	-----	6905.08	-----	79695.64	3476.92	-----	61704.34
Total general	725823.6	568562.6	137366.5	102158.1	92532.7	89746.8	84975.2	68860.8	65560.8	61704.3

Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

A continuación, se muestra una revisión retrospectiva del comportamiento de los cultivos referidos en el cuadro anterior durante el periodo 2003 -2019. Se revisa el comportamiento de los 10 cultivos con base a la superficie sembrada (Ha) y a la cantidad de producción (Ton), distinguiendo entre la modalidad de riego y temporal.

Con base en los datos del SIACON (2021), respecto al comportamiento de la superficie sembrada en los cultivos de riego en la RC, se aprecia que durante todo el periodo y por amplia diferencia, es el maíz en grano el cultivo al que se destina la mayor cantidad de hectáreas con una superficie al año 2019 de 15770.67 ha. Así mismo, los cultivos que presentan mayor tasa media de crecimiento anual en este aspecto son: fresa (27.54%), avena forrajera (14.16%) y aguacate (12.67%). Cabe mencionar que después del maíz, es el aguacate el cultivo al que más superficie se le destina con una extensión al 2019 de 2774 has (Figura 15).

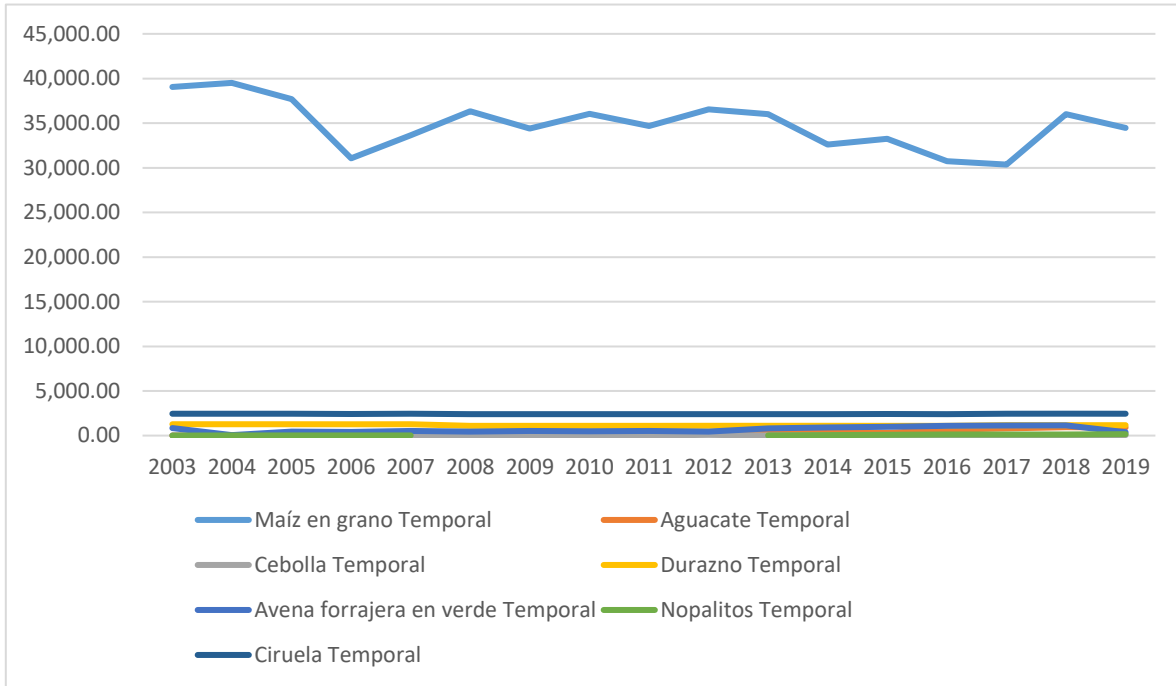
Figura 15. Superficie sembrada (ha) principales cultivos de riego en la Región Cuitzeo



Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

En el mismo orden de ideas, para la superficie sembrada de sembradíos de temporal mas relevantes, es también el maíz el cultivo que ocupa la mayor superficie terrestre, ocupando al año 2019 una superficie de 34450.47 has lo que representa un 87% de la extensión ocupada (39541.74 has) por los principales cultivos de temporal para RC en el año referido. En este aspecto se destaca que el cultivo que presenta la mayor tasa media de crecimiento en el periodo (2003-2019) es el aguacate (43%) y los nopalitos (31.71%), particularmente en el municipio de Morelia (Figura 16).

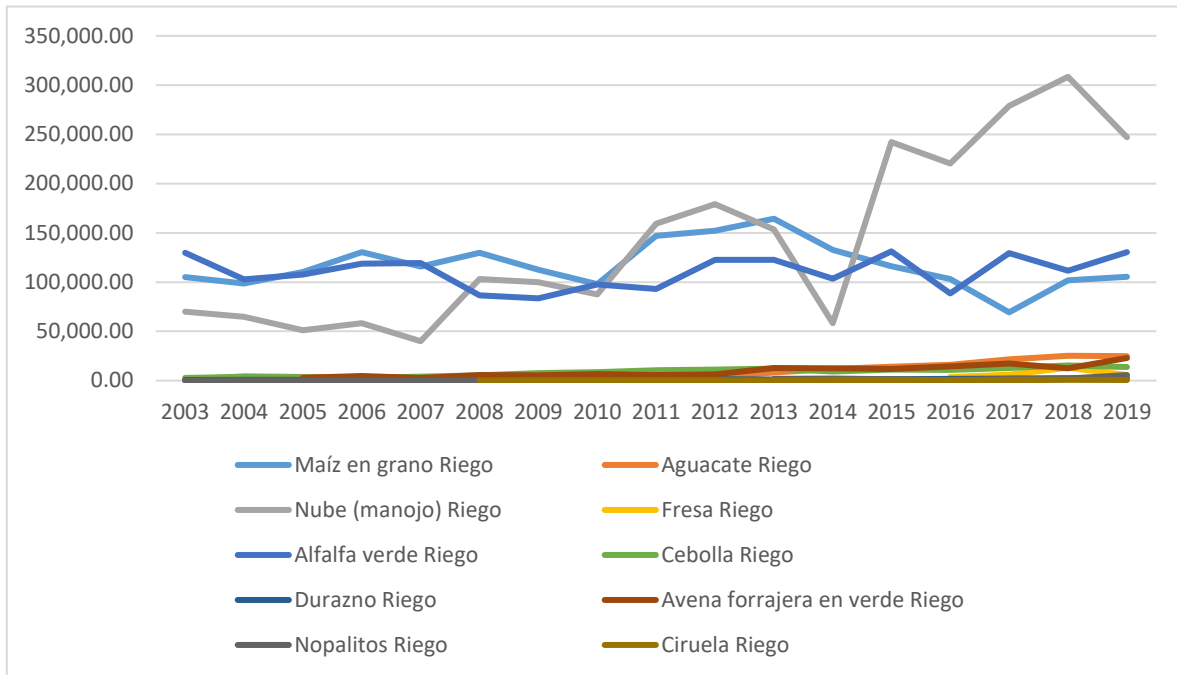
Figura 16. Superficie sembrada (Ha) principales cultivos de temporal en la Región Cuitzeo



Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

En otro orden de ideas, cabe mencionar que la evolución de la producción medida en toneladas se ha comportado más irregular que la superficie por hectárea. Para el caso de los principales cultivos de riego, se aprecia que es la flor de nube la que representa mayor cantidad al año 2019 (247010.86). Sin embargo, los cultivos que en este aspecto presentan una mayor tasa media de crecimiento son: Nopalitos (49.54%), fresa (35.54%) y aguacate (20.34%) (Figura 17).

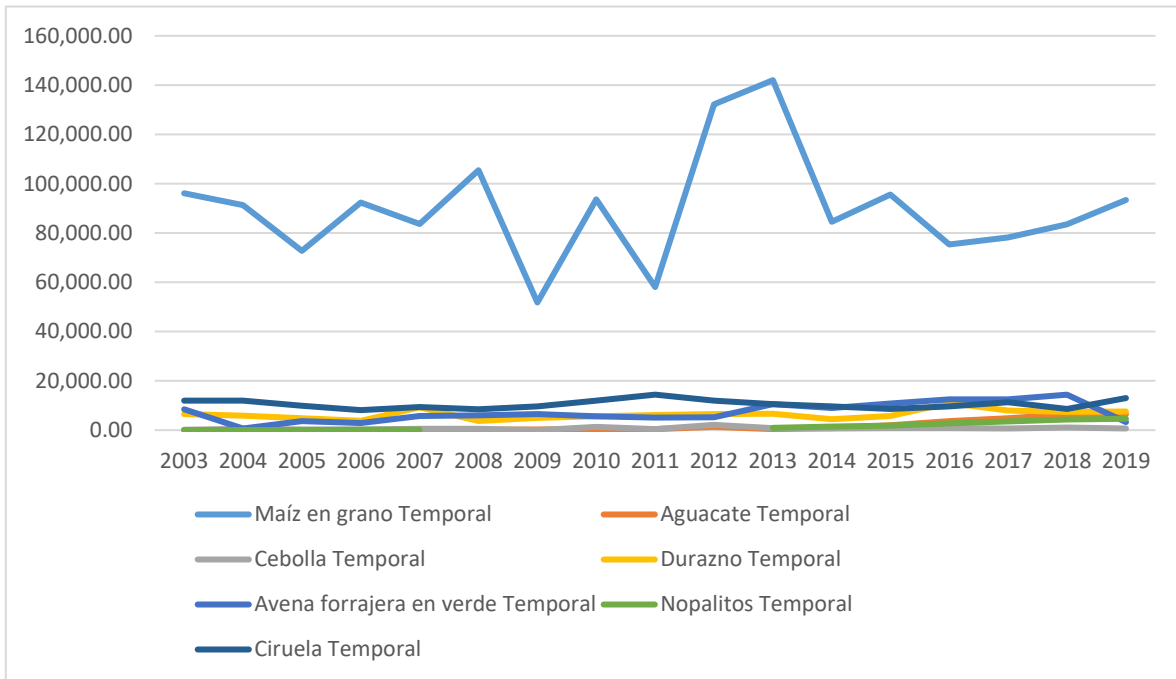
Figura 17 Producción (Ton) de principales cultivos de riego en la Región Cuitzeo



Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

Respecto a la producción de cultivos estacionales se observa que, con variaciones notorias, lo que da cuenta de mayor vulnerabilidad, pero es el maíz el cultivo que representa mayor producción durante todo el periodo. Al año 2019 su producción equivalió al 73% del total de estos cultivos, sin embargo, su tasa media de crecimiento anual es negativa (-0.17%). Respecto al volumen de producción, es la ciruela, en el municipio de Zinapécuaro la que representa mayor volumen. Además de lo anterior destaca el caso del aguacate que presenta una tasa media de crecimiento de 46.27% en el periodo (2003-2019) (Figura 18).

Figura 18 Producción (Ton) de principales cultivos de temporal en la Región Cuitzeo



Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

Finalmente, respecto a la producción pecuaria, en los 13 municipios de la RC se tiene registro de 10 de los 12 productos elaborados en el Estado, faltando únicamente “abeja-cera” y “ovino -lana”. De estos productos su representación en términos de valor de la producción es menor que los agrícolas, sin embargo, destaca el “ave-carne” de una producción con valor de \$487,272, que representa el 26.37% del total estatal, El “ave-huevo” con una producción del orden de \$102,431.69 al año 2019 que representa a su vez el 24.61% de lo producido en Michoacán y la carne de guajolote de la que se produce el 87.31% del total del estado y asciende a un valor de \$ 3651.08 (SIACON, 2021) (véase cuadro 5).

Cuadro 5. Valor de la producción pecuaria RC 2019 (Miles de pesos)

Productos	Abeja-Miel	Ave-Carne	Ave-Huevo plato	Bovino-Carne	Bovino-Leche	Caprino-Carne	Caprino-Leche	Guajolote-Carne	Ovino-Carne	Porcino-Carne
Acuitzio	509.72	3230.4	5639.06	33442.96	10608.98	1091.19	98.56	115.54	858.17	3596.63
Álvaro Obregón	425	4696.7	12521.59	13653.92	25847.09	1105.71	130.2	224.44	503.71	27293.2
Charo	760	68418	6546.61	21281.94	20841.78	1312.76	168.28	213.6	793.34	2837.23
Chucándiro	255	2958.7	5174.41	8832.42	3051.58	942.45	97.36	121.27	382	3401.19
Copandaro	315	2585.1	6074.75	5825.14	2413.07	708.06	111.68	99.29	295.29	8432.13
Cuitzeo	610	3344	6781.37	12184.13	5114.97	1140.7	113.4	160.91	299.16	8714.57
Huandacareo	260	4225.9	5339.05	16213.89	3828.95	510.04	47.78	213.45	271.28	192168
Indaparapeo	227.5	2046.7	5323.67	25641.61	7105.42	1984.69	299.62	168.96	349.85	1934.16
Morelia	1500	379330	15315.4	37524.17	42611.91	2811.13	281.4	1636.27	2068.85	18326.5
Queréndaro	316.15	3057.4	4767.9	17300.9	2118.5	1101.25	113.43	130.91	741.31	2802.5
Santa Ana Maya	610	4072.3	6984.42	14733.15	13107.7	1262.72	192.13	181.61	274.22	26284.1
Tarímbaro	750	4892.1	11849.29	31871.47	75526.13	1238.61	112.06	212.82	549.12	5176.71
Zinapécuaro	917.95	4415.1	10114.17	17707.17	15991.3	1421.48	154.63	172.01	1191.32	12458.4
Total general	7456.32	487272	102431.69	256212.87	228167.4	16630.79	1920.53	3651.08	8577.62	313426

Fuente: Elaboración propia con base a SIACON (2021).

La revisión contextual realizada en este estamento permite observar que, pese a que se trata de una región basada en el criterio integrador en función del recurso hídrico, las condiciones climáticas, económicas y sociales al interior son heterogéneas, tal condición invita a explorar al interior de la región, en términos de las características municipales, con el objetivo de registrar factores de incidencia en tal diferenciación productiva.

Adicionalmente, es pertinente mencionar que la variación climática en la región observada con el indicador de LPC no es muestra de evidencia de CC, para ello se requerirá realizar un análisis climático a partir de las estaciones meteorológicas que se muestran en este capítulo, identificar tendencias y concluir al respecto. En función de esto, en el siguiente capítulo se exponen los elementos metodológicos que se han considerado en la presente investigación para cumplir con los objetivos planteados.

CAPÍTULO IV.-

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene por objeto sustentar teóricamente el estudio, con lo que ayuda a prevenir errores cometidos en estudios antecedentes, orienta sobre cómo se ha de realizar el estudio en cuestión, permite centrar el problema, evitando así posibles desviaciones, conduce a las posibles hipótesis y permite la reflexión sobre el marco de referencia. En esta parte de la investigación se realiza una exploración teórica en torno a los principales conceptos que darán sustento a la investigación. Entre los temas que se desarrollan se considera la evolución del concepto de DR, el CC y la vulnerabilidad de la producción agrícola. Finalmente se sintetizan los conceptos que dan pertinencia teórica a la investigación.

4.1 ESTADO DEL ARTE PARA LA EVALUACIÓN DE LAS CAPACIDADES ADAPTATIVAS

En este apartado se exponen trabajos relevantes que aportan metodologías que permiten dimensionar las capacidades adaptativas. Tales metodologías van desde la definición de variables o determinantes (Yohe y Tol, 2001; Gupta *et al.*, 2010) a la construcción de indicadores que alimenten las variables (Monterroso *et al.*, 2014).

Algunas investigaciones relevantes sobre las capacidades adaptativas se enfocan en la naturaleza de sus dimensiones y determinantes. Sobresalen entre dichos trabajos, el de Yohe y Tol (2001), quienes consideran que son factores de diversa índole los que moldean a las capacidades adaptativas, entre los cuales mencionan los que a continuación se enlistan:

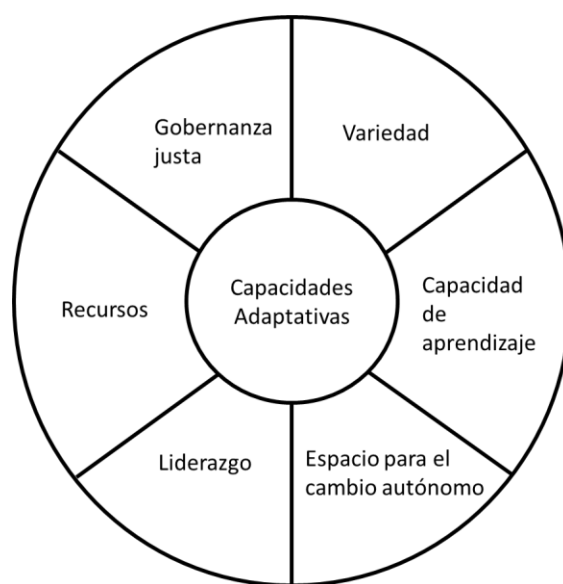
1. La configuración de instituciones de primer nivel, la adjudicación proveniente de aquella autoridad investida para tomar decisiones, así como los criterios utilizados para tomar decisiones.
2. El talento de quien toma las decisiones para manejar la información, los procesos mediante los cuales quien toma las decisiones define qué información es confiable y la confiabilidad per se de quienes toman las decisiones en cuestión;
3. El inventario existente de capital social.
4. El inventario de capital humano, dentro del cual se deben incluir a los siguientes elementos:
 - a. Acceso a la información.
 - b. Acervo de conocimiento compartido y disponible.
 - c. Educación.
5. Admisión a procedimientos de distribución de riesgos.
6. Recursos disponibles y su asignación entre la población.
7. La percepción de la gente en función de la asignación de las raíces del estrés del sistema y la exhibición a las manifestaciones locales.
8. El abanico de posibilidades tecnológicas que sean factibles de adaptación.

De manera similar, Yohe y Tol (2001) argumentan que definir o examinar la capacidad de adaptación de un sistema, significa proponer un conjunto de

oportunidades inherentes a ese sistema en relación a su capacidad para resistir las colisiones, y además, para comprender qué tan efectiva ha sido la estrategia para enfrentar el cambio, a fin de ampliar dicha estrategia a través de adaptaciones nuevas o reconfiguradas, lo cual implica echar a andar un proceso constante, sin interrupciones.

Siguiendo una secuencia de ideas similar, Gupta *et al.* (2010), desarrollaron la “rueda de capacidad adaptativa” (Figura. 19), una metodología que posibilita el examen de los elementos institucionales que, a distintos niveles, desarrollan las capacidades adaptativas sociales en el marco del CC. Esta metodología es el resultado de una extensa revisión bibliográfica, con un trabajo político teórico, metodológico y aplicado. Esta batería metodológica es producto de una extensa revisión de trabajos teóricos, metodológicos y aplicados en el campo de las políticas públicas (Cuadro 3).

Figura 19. Rueda de las capacidades adaptativas.



Fuente: Gupta *et al.* (2010).

Por su parte, Grothmann *et al.* (2013), examinan las capacidades institucionales adaptativas al CC, integrando en la rueda, dos factores de orden psicológico: “las razones para la adaptación” y “la creencia de adaptación”. En cuanto a la primera, la conceptualizan como las motivaciones de los agentes para apoyar, promover y/o

efectuar la adaptación al CC. Si no existe la motivación suficiente por parte de los responsables de tomar decisiones en un determinado sistema social, su capacidad de adaptarse se debilita, en virtud de que no existe la voluntad y poder necesarios y requeridos para adaptarse (Grothmann *et al.*, 2009; Grothmann, 2011). En cuanto a la segunda, ésta hace referencia a un “yo/nosotros podemos tener éxito a la adaptación con cuidado al cambio climático”, lo que implica la creencia por parte de los agentes en la existencia de reglas adaptativas efectivas y disponibles para todos ellos.

A pesar de lo anterior, sobre la cuestión metodológica de las capacidades adaptativas, Grothmann, *et al.* (2013), destacan la falta de un desarrollo sistemático, debido en parte a la diversidad y complejidad de las condiciones adaptativas, esto es, el CC afecta a diferentes estamentos, agentes, territorios y niveles decisionales, por lo que es muy importante definir y explicar factores sociales con potencial para afectar la capacidad de adaptación del sistema en su conjunto.

Cuadro 6. Dimensiones y criterios de las capacidades adaptativas y sus raíces en la literatura.

Dimensión	Criterio	Definición	Relación con la literatura
1. Variedad	Variedad de marcos de problemas	Espacio para cuadros múltiples de referencias, opiniones y definición de problemas.	Nooteboom (2006a, b), Buckley (1968), Conant and Ashby (1970), Pollit y Bouckaert (2000) y Power (1999).
	Diversidad de soluciones multi actores, multi sectores y multi niveles	Participación de diferentes actores, niveles y sectores en los procesos de gobernanza disponibles de una amplia gama de diferentes opciones de políticas para abordar un problema.	Pahl-Wostl (2009), Duit and Galaz (2008), Armitage (2008) and Folke <i>et al.</i> (2005). Ostrom (2005) and Verweij and Thompson (2006).
	Redundancia (duplicación)	Presencia de medidas superpuestas y	Weick y Sutcliffe (2001).

Dimensión	Criterio	Definición	Relación con la literatura
		sistemas de respaldo; no rentable.	
2. Capacidad de aprendizaje	Confianza	Presencia de patrones institucionales que promuevan el respeto y la confianza mutuos.	Pelling y High (2005)
	Aprendizaje de una vía	Capacidad de patrones institucionales para aprender de experiencias pasadas y mejorar sus rutinas.	Olsson <i>et al.</i> (2004), Folke <i>et al.</i> (2005), Carpenter <i>et al.</i> (2001), Marshall y Marshall (2007) y Pelling <i>et al.</i> (2008).
	Aprendizaje de doble vía	Evidencia de cambios en supuestos subyacentes a patrones institucionales.	Argyris (1990) y Ormond (1999).
	Discutir dudas	Apertura institucional hacia las incertidumbres.	Pahl-Wostl (2009) y Weick y Sutcliffe (2001).
	Memoria institucional	Provisión institucional de procesos de monitoreo y evaluación de experiencias políticas.	Ostrom (2005) y Gunderson y Holling (2002).
3. Espacio para el cambio autónomo	Acceso continuo a la información	Accesibilidad de datos dentro de la memoria institucional y sistemas de alerta temprana para individuos.	Folke <i>et al.</i> (2005), Milman y Short (2008) y Polsky <i>et al.</i> (2007).
	Actuar de acuerdo al plan.	Aumentar la capacidad de los individuos para actuar proporcionando planes y guiones para la acción, especialmente en casos de desastres.	Smit <i>et al.</i> (2000).
	Capacidad de improvisar	Aumentar la capacidad de los individuos para autoorganizarse e innovar; fomentar el capital social.	Armitage (2005), Folke <i>et al.</i> (2003, 2005), Pelling y High (2005), Smit <i>et al.</i> (2000), Weick and Sutcliffe (2001) y Orlikowski (1996).

Dimensión	Criterio	Definición	Relación con la literatura
4. Liderazgo	Visionario	Espacio para visiones a largo plazo y líderes reformistas.	Pielke (1998), Goldfinch y Hart (2003), Young (1991) y DiMaggio (1988).
	Emprendedor	Espacio para líderes que estimulan acciones y emprendimientos; por ejemplo, liderazgo.	Malnes (1995), Andersson y Mol (2002), Underdal (1994) y Kingdon (1984).
	Colaborativo	Espacio para líderes que fomentan la colaboración entre diferentes actores; cogestión adaptativa	Folke <i>et al.</i> (2005), Olsson <i>et al.</i> (2004), Armitage (2005), Marlin <i>et al.</i> (2007), Tierney <i>et al.</i> (2006), Pahl-Wostl <i>et al.</i> (2007), Young (1991), Underdal (1994), Grubb y Gupta (2000), Andersson y Mol (2002) y Termeer (2009).
5. Recursos	Autoridad	Provisión de formas de poder aceptadas o legítimas; si las normas institucionales están incorporadas o no en las leyes constitucionales	Biermann (2007).
	Recursos humanos	Disponibilidad de experiencia, conocimiento y trabajo humano.	Nelson <i>et al.</i> (2010).
	Recursos financieros	Disponibilidad de recursos financieros para apoyar medidas políticas e incentivos financieros.	Nelson <i>et al.</i> (2010), Mendelsohn y Nordhaus (1999), Yohe <i>et al.</i> (1996), Smit <i>et al.</i> (2000) y Yohe y Tol (2002).
6. Gobernanza justa	Legitimidad	Si hay apoyo público para una institución específica.	Haddad (2005) y Botchway (2001).

Dimensión	Criterio	Definición	Relación con la literatura
	Equidad	Si las reglas institucionales son justas o no.	Haddad (2005) y Botchway (2001).
	Sensibilidad	Si los patrones institucionales dan o no respuesta a la sociedad.	Biermann (2007).
	Responsabilidad	Si los patrones institucionales proporcionan o no procedimientos de rendición de cuentas.	Botchway (2001) y Biermann (2007).

Fuente: Elaboración propia con base en Gupta *et al.* (2010).

Por su parte, Monterroso *et al.* (2014), entienden que las capacidades adaptativas reflejan la capacidad de una sociedad de modificar sus características o comportamientos para enfrentar de una mejor manera o anticiparse a los factores que impulsan el cambio. Estos autores desarrollan un atlas climático de México en el que incluyen, entre otras mediciones, un indicador de capacidades adaptativas compuesto por 16 variables agrupadas en cuatro dimensiones llamadas capitales: humano, social, financiero y natural (véase Cuadro 5).

I) Capital humano. Se evalúan las circunstancias de vida de la gente como una medida de capacidad para enfrentar vulnerabilidades.

II) Capital social. Se representa por la organización de los productores, donde las redes conformadas permiten el acceso a información, recursos y créditos. Además, facilitan la cooperación en temas colectivos, donde la adopción de tecnologías puede contribuir a enfrentar alteraciones.

III) Capital financiero. Proveen información general de la situación económica de los municipios, buscando identificar las regiones que se encuentran mejor preparadas para responder a adversidades.

IV) Capital natural. Es una medida del grado de riqueza de ecosistemas y sus funciones, así como de las acciones para incrementar su superficie (Monterroso *et al.*, 2014: 26).

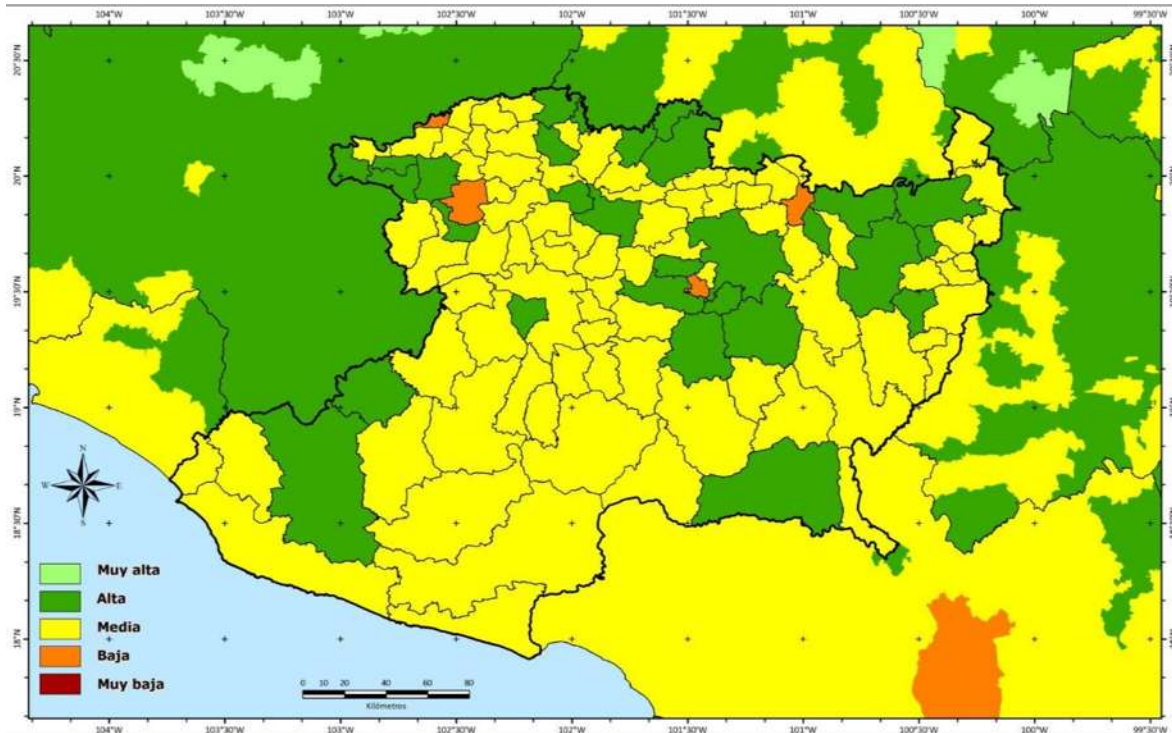
Cuadro 7. Variables consideradas en la evaluación de la Capacidad Adaptativa.

Componente	Variable
Capital Humano	% cambio en población al 2030. % de Población en el municipio que sabe leer. % de población de 5 a 14 años que asiste a la escuela. % de población total alfabeta en el municipio.
Capital Social	% de Unidades de producción en un municipio que están organizadas. % de Unidades de producción en un municipio que no tienen litigio por la tierra. % de Unidades de producción en un municipio que señalaron no tener falta de capacitación. % de Unidades de producción en un municipio que señalaron no tener problemas para producir.
Capital Financiero	% de Unidades de producción en un municipio que señalaron no tener dificultad para acceder a créditos. % de Unidades de producción en un municipio que reciben remesas de país extranjero. % de Unidades de producción en un municipio que señalaron tener ahorros. % de Unidades de producción en un municipio que señalaron tener crédito. % de Población que recibe más de 2 salarios mínimos mensuales de ingreso. Cambio porcentual en el PIB del 2000 al proyectado en 2030.
Capital Natural	Relación de superficie municipal con bosque o selva. Relación de hectáreas reforestadas en el municipio en el 2005.

Fuente: Monterroso *et al.* (2014).

Para este caso, los cuatro componentes y sus respectivas variables se operacionalizaron en un índice con cinco categorías que va de “Muy baja”, “Baja”, “Media”, “Alta” y “Muy alta”. Los resultados de este indicador para Michoacán pueden ser observados en la figura 20, donde la mayor parte de los municipios presenta capacidad adaptativa media; la región Cuitzeo, algunos municipios de Oriente, Bajío, Huetamo, Coalcoman, Tapalcatepec y Nuevo Parangaricutiro tienen capacidades adaptativas altas y únicamente Briseñas, Tangamandapio, Huiramba y Álvaro Obregón tienen valor bajo.

Figura 20. Capacidad adaptativa Estado de Michoacán.



Fuente: Monterroso *et al.* (2014).

4.1.1 Desarrollo de capacidades adaptativas y participación social

Pese a la popularidad adquirida en el pasado reciente por el constructo de desarrollo, y específicamente con la adjetivación regional, es preciso aclarar que esta batería teórica tampoco es la panacea. La perspectiva de desarrollo va integrando categorías de análisis que merecen profundidad como la dimensión territorial, la sustentabilidad, el acompañamiento de políticas macroeconómicas, el rescate del potencial endógeno, las redes de nivel horizontal para el fomento de la competitividad territorial, la gobernanza, capacidades adaptativas, entre otras. Todos estos elementos van marcando las directrices para la formulación y valoración de políticas públicas encaminadas al desarrollo.

Derivado de las distintas definiciones de desarrollo, es posible observar que la perspectiva territorial se encuentra vinculada a condiciones que pueden favorecer acciones de adaptación a un entorno cambiante. Esto es, en el entendido de que la territorialidad es un proceso de construcción social del comportamiento en el

territorio, donde el reto está en la capacidad de las políticas públicas de adaptarse al territorio, y no al revés (Jorquera, 2011). A partir de esta idea es que, de acuerdo a Farinós (2008), nace el concepto de cohesión territorial que emplea la Unión Europea (UE) para hacer referencia a la inversión política regional, a la competitividad, desarrollo endógeno, sostenibilidad y buena gobernanza.

En cuanto al constructo de capacidades adaptativas, Smith, Burton, Kane y Street (1999), aclaran que hace referencia a la aptitud y capacidad de un sistema para adaptarse a las consecuencias o choques climáticos, es decir, reconfigurarse para cubrir más adecuadamente los requerimientos adaptativos.

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) (2001), por su parte, define las capacidades de adaptación como el conjunto de talentos y aptitudes del sistema humano para adaptarse al CC, considerando variaciones climáticas extremas, tal que le permitan reducir los daños potenciales, detectar oportunidades y enfrentar las secuelas.

De manera complementaria, entre los conceptos que se encuentran relacionados con el de las capacidades adaptativas, es de capital social, el cual, además se vincula directamente con la participación social que será abordada más adelante.

El capital social constituye uno de los elementos impulsores del desarrollo territorial. Lo anterior significa que el desarrollo es un proceso que exige la participación de agentes y protagonistas propositivos y proactivos, y en menor medida, reactivos.

En función de lo anterior, una primera referencia del concepto de capital social es la desarrollada por Putnam, quien define éste por primera vez como “las características de la organización social, tales como las redes, las normas y la confianza, que facilitan la coordinación y la cooperación para un beneficio mutuo” (Putnam, 1995: 67).

Motivado por las ideas de Tocqueville respecto al rol desempeñado por las asociaciones agrupadas en torno a las ideas de civismo y de familiarismo amoral, Putnam propone una idea de capital social basado en el interés de la sociedad por

las cuestiones públicas, precisando el conjunto de deberes cívicos a través de las asociaciones que surgen voluntariamente, sin presiones de cualquier tipo (Urteaga, 2013).

Ahora bien, el capital social se definirá en virtud del modelo teórico inherente, el cual puede ir desde el enfoque neoliberal que lo examina con la idea de reducir los costos de transacción, hasta la acepción que lo aborda, según Barreiro (2002) citado por Gallicchio (2004), como el conjunto de redes, normas y organizaciones que permiten el acceso al poder y a sus recursos, y que actúan como catalizadores en los procesos decisionales de carácter colectivo, y para los procesos inherentes al diseño y elaboración de políticas públicas.

Para Ostrom y Ahn (2003), sin embargo, el capital social se define como el conjunto de normas, acuerdos institucionales y configuraciones sociales que posibilitan un desarrollo productivo caracterizado por la reciprocidad y la participación activa de la sociedad civil organizada.

Este insumo se relaciona de manera directa con aquellos elementos que han sido examinados hasta este punto de manera no tangible, pero con consecuencias muy concretas. Lo anterior es inherente tanto a la competitividad regional y espacial, como al involucramiento enérgico y decidido en el análisis y el examen social de la política pública. A manera de símil, se puede decir que es como si fuese el combustible que pone en marcha la maquinaria de aquellos procesos directamente vinculados al desarrollo (Gallicchio, 2004).

Desde esta perspectiva, puede ser el componente más difícil de fortalecer. El tejido social dinámico requiere de satisfacción de necesidades, objetivos comunes, procesos democráticos, pero sobre todo de consenso para la definición de planes de acción, alguna situación caótica que mueva a la sociedad. En la realidad tan compleja, donde coexisten fuerzas encontradas y con recursos dispares, el desafío para los gobiernos locales y regionales, así como para espacios territoriales más pequeños, se vuelve cada vez mayor (Sol, 2012).

La participación ciudadana puede considerarse uno de los principales indicadores de la relación Estado-sociedad civil. Tal referente se encuentra relacionado con el modelo económico y la propia reforma del Estado. Ejemplo de lo anterior es la imposición unilateral y arbitraria del modelo neoliberal que configura las políticas sociales en función de objetivos específicos, tales como la reducción del aparato del gobierno, un rol cada vez menos subsidiario, la reducción de la inversión y de la inversión social, entre otros (Escobar, 2017).

Escobar (2017), señala, en este contexto, que las políticas públicas se han reformado con implicación en tres aspectos principales: la descentralización, la focalización y la equidad territorial. Estos elementos refieren en conjunto a gobiernos más desagregados en términos de toma de decisiones, a políticas territoriales de distribución de la población con menor desigualdad, tareas lejos de concluir en ALC.

Basado en lo anterior, y como otro elemento que aporta al desarrollo de capacidades adaptativas, es posible observar que las relaciones Estado y sociedad civil abandonan los intentos de construcción de democracia, reduciendo ésta a la expresión del ciudadano mediante el voto. Por el contrario, se buscan condiciones que legitimen a los gobiernos más frágiles, que aporten suficiente estabilidad y condiciones sociales que permitan implementar estrategias para una mejor inserción en la dinámica de la globalización y desarrollo de los mercados.

Tal situación se refleja en una escasa participación política y división social, ambos ingredientes fundamentales en la construcción de actores sociales participativos. Lo que se muestra son clases sociales cada vez más desinteresadas de la realidad e incapaces de incidir en la configuración de su entorno. La política pública entonces se instrumenta para asistir problemas básicos de estos individuos sin concentrarse en temas estructurales.

La anterior situación atrapa a la sociedad civil en un círculo vicioso, donde la baja participación social se refleja en políticas públicas de desarrollo lejanas de incidir en mejorar el grado de vida de la gente. Si bien es cierto que el desarrollo no depende

de la implicación social directamente, también es cierto que esta última es un factor importante para acceder al desarrollo (Escobar, 2017).

Ante tal escenario, se puede puntualizar que de acuerdo al autor, se conceptualiza como vía hacia una sociedad de mayor participación a los esquemas de descentralización que permitan una mayor inclusión en los procesos decisorios y en el diseño y elaboración de las políticas públicas. Estos procesos deberán ir acompañados de autonomía de los actores sociales, reconceptualizando la tradición democrática por una participación que busque consenso con instrumental político.

En consonancia con lo anterior, es que se retoman las capacidades adaptativas asociadas al capital social como conceptos inacabados, pero no quiere decir que carezcan de utilidad, ya que como señala Cabrera (2014), a partir de una construcción que considere la sostenibilidad económica, social y ecológica, enmarcada por una batería metodológica asociada a cada dimensión, se tiene un instrumento sólido de evaluación de política pública que privilegie a los actores sociales.

Lo anterior en el entendido de que la evaluación de las políticas públicas se da bajo la influencia de un modelo de desarrollo explícito o implícito manifiesto. De hecho, se considera que las ambigüedades en tal definición llevan a políticas contradictorias o sumamente vinculadas con intereses de particulares. Por otro lado, y sin orden de importancia, un enfoque más que se considera que aporta al entendimiento de la construcción de capacidades adaptativas, es la perspectiva de un nuevo modo de gestionar políticas públicas (Zurbriggen, 2011). Zurbriggen (2011), entiende la gobernanza como una red de instituciones e individuos que colaboran juntos y unidos por un pacto de mutua confianza, son organizaciones de poder que forman redes semiautónomas y a veces autogobernadas.

Este enfoque implica repensar las funciones administrativas del Estado, ya que cualquier autonomía comunitaria implica una interfaz de dialogo o incidencia con las autoridades formales, aceptando que el Estado no es el actor dominante en los procesos decisionales (Zurbriggen, 2011). Estos elementos permiten asociar la

gobernanza con la importancia del potencial endógeno, vinculado, a su vez, con las teorías del desarrollo y que contradice la lógica de la política de ajuste contemporánea que sugiere asumir de manera dogmática las recomendaciones de organismos o países externos (Olsen, 2006).

De manera que se incita a distinguir el nivel de progreso de las instituciones democráticas como resultado del balance entre mercado, sociedad civil y Estado en los procesos de toma de decisiones. Y es precisamente la heterogeneidad que coexiste al interior de los países lo que permite asociar el enfoque de gobernanza a los procesos regionales de desarrollo con diferentes grados de participación social.

Es justo con la participación social que Canto (2008: 20), refiere que la participación social se entrapa en un círculo vicioso que relaciona con el desarrollo y lo enuncia de la siguiente manera: “no alcanzamos el desarrollo porque no tenemos una adecuada participación en las decisiones públicas, y no hay una demanda participativa en la sociedad porque no contamos con el nivel de desarrollo necesario”.

Para acercarse al entendimiento de tal círculo vicioso, se considera necesario el acercamiento conceptual de la política y las políticas desde las perspectivas del gobierno hacia los ciudadanos y de las presiones de éstos hacia el gobierno. Quizá, esta última posición sea la que más se acerque a la dinámica participativa que se requiere para la gobernanza y su influencia en las políticas.

En este sentido el autor puntualiza que para hacer más efectivas las acciones de presión social es necesario que los actores cuenten con, por lo menos, cuatro capacidades y destrezas: i) Capacidades organizacionales, ii) Destrezas técnicas, iii) Destrezas políticas y iv) Arraigo social (*Íbid*).

Y es, a partir esta óptica, que Hirschman citado por Canto (2008), considera factible configurar esquemas organizacionales informales aunque igualmente operativos en distintos segmentos, con preponderancia de la necesaria certidumbre relacional entre comunidades ciudadanas ajenas a la estructura oficial e institucional, dando

lugar en algunos casos incluso, a la conformación de comunidades independientes con autogobierno, territorios y normas propias.

Este último argumento permite esbozar que es en el gobierno local el nivel en el que los intentos experimentales de participación social suelen funcionar mejor. Vinculando esta idea con la cercanía que existe a este nivel de los programas sociales con sus respectivos beneficiarios. De tal forma que es posible concluir que pese a lo complejo que resulta evidenciar mecanismos amplios de colaboración ciudadana en el campo de las políticas públicas, éstos deberán ser eje transversal de la acción de gobierno bajo el principio de que a mayor participación mejores serán las condiciones de desarrollo.

Aunado a lo desarrollado hasta el momento, una batería teórica - metodológica que permite el entendimiento y la medición empírica de las relaciones sociedad civil-Estado es la moderna teoría de la sociedad civil retomada por Vera & Hevia (2006). En ésta se emplea en el estudio de las interfaces socio estatales, es decir, aquellos espacios de conflicto e intercambio en el que determinados agentes se interrelacionan intencionalmente para resolver problemas particulares.

Estas interfaces permiten clasificar y dimensionar el grado de interacción y los alcances de ésta, es decir, las posibilidades que tienen la sociedad civil para relacionarse con el Estado e influir en las decisiones que les atañen. Vera y Hevia (2006: 27-29), enlistan seis tipos de interfaces:

1) Interfaz de contribución (participación social informativa). SC→E, en la cual el Estado es informado por la sociedad civil. Algunos mecanismos de “atención ciudadana”, esquemas de consulta sectorial y temática y buzones de quejas, constituyen, entre otros, ejemplos de este tipo de interfaz.

2) Interfaz de transparencia (información gubernamental). SC←E, en la que la sociedad civil es informada por el Estado, esto es, lo directamente opuesto al apartado anterior. Informes periódicos del ejercicio de gobierno, campañas en medios de comunicación con cargo al erario público, así como sitios en la red de

agencias gubernamentales, constituyen, entre otros, ejemplos de este tipo de interfaz.

3) Interfaz comunicativa (colaboración informativa). $SC \leftrightarrow E$, en la que se da un proceso mutuo de transmisión de información entre la sociedad civil y el Estado. Portales de transparencia de la información oficial públicamente disponible y consejos consultivos no vinculantes, constituyen, entre otros, ejemplos de este tipo de interfaz.

4) Interfaz mandataria (Democracia directa, Control social) $SC \Rightarrow E$, en la que el Estado es dirigido, dominado o de alguna manera controlado por la sociedad civil. Entre los mecanismos de relación entre la sociedad civil y el Estado que pueden entenderse en este tipo de interfaz se encuentran el referéndum, el plebiscito, la iniciativa popular y las contralorías sociales, conceptualizados como instrumentos de la democracia directa, así como las elecciones de los gobernantes y legisladores en los ámbitos federal, estatal y municipal.

5) Interfaz de transferencia (políticas públicas subrogadas, transferencia de políticas). $SC \Leftarrow E$, opuesta a la anterior, es el Estado el ente que ejerce funciones de dominio, dirección o control de la sociedad civil. Proyectos culturales, las obras con participación social (mano de obra), y las investigaciones hechas por instituciones académicas y organizaciones de la sociedad civil (OSC) pagadas y contratadas con cargo al erario público, así como proyectos de desarrollo social gestionados por OSC, constituyen ejemplos representativos de este tipo de relación.

6) Interfaz cogestiva (cogestión). $SC \Leftrightarrow E$, en la que se presenta una gestión compartida entre la sociedad civil y el Estado. Consejos Electorales y otros consejos vinculatorios en términos de las decisiones que se tomen a su interior, constituyen, entre otros, ejemplos de este tipo de interfaz.

El análisis de las interfaces permite además, evaluar las posibilidades de éxito de las acciones de gobernanza local, en tanto representa los mecanismos de interacción que de alguna manera, legitiman los procesos de participación social en pro del desarrollo en diferentes territorios.

Para fines del presente trabajo, se plantea entonces que las comunidades que desarrollan actividades que desarrollan capacidades adaptativas son menos vulnerables ante los efectos del entorno, sociales o ambientales, es decir, la participación social y gobernanza en el ámbito local contribuye a la generación de capacidades adaptativas (Grothmann *et al.*, 2013).

Al respecto Merino y Martínez (2014:102), sintetizan la gobernanza de las comunidades forestales y de los ejidos como “el proceso de construcción de acuerdos, que sostienen las decisiones y acciones colectivas sobre el uso de los bienes comunes, incluyendo la formulación de las reglas para la gestión de los espacios colectivos de organización comunitaria (por ejemplo, las asambleas) y para el uso y la protección de los bienes comunes, como son los bosques, los cuerpos de agua, y en muchos casos los propios territorios comunitarios/ejidales”.

Algunas comunidades agrícolas también desarrollan esfuerzos institucionales en su cotidianeidad y es importante sistematizar tales actividades, identificando elementos como el acuerdo y la participación entre actores, así como la legitimidad y validez de las reglas locales (Merino y Martínez, 2014).

4.2 DESARROLLO REGIONAL

En la presente investigación, el estudio de las capacidades de adaptación de la producción agrícola de la RC de Michoacán se realiza desde la óptica del DR, la cual sugiere una vista multidimensional del territorio. En este sentido, para hacer una aproximación teórica al concepto de DR se considera necesario asumir que este binomio de palabras implica, por un lado, las teorías económicas sobre desarrollo, es decir, gran parte de la evolución del pensamiento económico; y por otro el concepto de región que se encuentra vinculado a su vez al concepto de territorio desde el punto de vista de su construcción social. Referir la idea de desarrollo ha implicado a través de la historia una serie de modificaciones en su concepción. Las diferentes etapas y/o momentos históricos que han incidido de manera directa en este constructo han sido determinados por las evidentes fallas del sistema capitalista, etapas de acumulación de algunos países, pobreza, desigualdad, crisis, etc. (Arencibia, 2006).

4.2.1 La evolución del pensamiento económico como antecedente del concepto de desarrollo

Para Hirschman (1986), la economía del desarrollo es una subdisciplina de la ciencia económica que surge con una gran diversidad de ideologías. En términos generales esta división rechaza la tesis monoeconómica que afirma que los países subdesarrollados se separan como un grupo mediante algunas características específicas comunes; y acepta el planteamiento de beneficio mutuo que refiere que las relaciones económicas existentes entre los países subdesarrollados y desarrollados pueden configurarse de forma tal que a ambos les resulte beneficioso.

Entre tales argumentos está primordialmente, el de la importancia de la división del trabajo como base de la eficiencia en la producción, las reflexiones en torno a la cooperación y el individualismo; el hecho de que la moneda carecerá de valor intrínseco; la necesidad de la alta participación del Estado en la vida social y económica; los impactos del comercio exterior en la sociedad; el antecedente de la teoría de la renta de la tierra; y la necesidad de solucionar la problemática de polarización de la población (Scheifer, 2012).

Existen diversas teorías de la renta de la tierra, destacan la de la corriente fisiócrata encabezada por Quesnay a mediados del siglo XVII y parte del XVIII y que defiende las ideas de la preeminencia de la agricultura y la del orden natural y libertad como fundamentales, esa es la razón por la que también se les considera precursores del liberalismo (Natale, 2003).

La teoría clásica con sus dos principales exponentes Smith y Ricardo quienes incitaron a los economistas para analizar, entre otras cosas, los mecanismos que inciden en la dinámica capitalista y que explican la distribución de la riqueza (Helguera y García, 2006).

Otro ejemplo necesario en las referencias históricas sobre los planteamientos de la economía y por tanto del desarrollo; es Aristóteles, quien, contemporáneo y discípulo de Platón, es considerado el primer economista analítico de la historia. Más allá de sus críticas a Platón sobre el comunismo, Aristóteles distingue entre economía natural y economía crematística, asociando la primera a la gestión de los

recursos “domésticos” como la caza, pesca, pastoreo o agricultura y la segunda a la adquisición de recursos como el comercio o el préstamo con interés (Helguera y García, 2006)

Para Aristóteles el comercio es improductivo excepto el marítimo y también los separa en natural y crematístico. El comercio natural tiene únicamente la finalidad de satisfacer necesidades, por el contrario, el comercio crematístico tiene por objetivo revender (Landreth, y Colander, 2006). Aunado a estas ideas, los aportes de este autor a la teoría del valor y monetaria originaron las reflexiones que durante la Edad Media y con más claridad durante el siglo XVIII dieron paso a la economía como ciencia (Landreth y Colander, 2006).

Por otro lado, durante la Edad Media destaca la actividad militar como un determinante económico de los territorios. La propiedad de la tierra era principalmente latifundista, es decir, era una distinción otorgada por los reyes a sus nobles e incluía grandes extensiones de tierra con villanos y siervos a su cargo y dominio (Spiegel, 1996).

Durante esta época es posible identificar dos relaciones importantes, en la primera el feudalismo se encuentra en función de la forma de “guerrear”, es decir de los costos y consecuencias de esta actividad, así como de los requerimientos para fundear la guerra. La segunda relación puede ser planteada como que la extensión del feudalismo derivó de los cambios en las técnicas agrícolas como el uso del arado tirado por caballos, la rotación de parcelas, incluir nuevos cultivos, o la invención de vehículos de cuatro ruedas (Spiegel, 1996).

Todo lo anterior trajo consigo el crecimiento de centros urbanos cada vez más complejos debido a la especialización de artes y oficios, lo que a su vez provocó la aparición de los gremios, antecedente de los sindicatos, el aumento del comercio exterior y con éste la creación de sistemas económicos nacionales con normas entre las que destaca, la prohibición de monopolios, estatutos de trabajadores, controles de calidad, incluso los inicios de la política monetaria (Spiegel, 1996).

En este sentido, Spiegel (1996), señala que es una época en la que se gesta el capitalismo y que estaba siendo contenido con medidas como la prohibición de la

usura y la promoción de la caridad, pero que sus efectos se notaban en las tensiones sociales expresadas en revueltas de siervos. Dada la gran cantidad de problemas novedosos en la época surgieron algunos pensadores que abordaron temas de economía como Santo Tomás y San Agustín.

Destaca que para Santo Tomás aquello que estuviera a favor de la vida humana forma parte de una Ley natural, como la propiedad privada, y contempla el trabajo como determinante de precios. Actualmente estos temas siguen en los debates económicos en busca de una mejor organización social (Spiegel, 1996).

Por su parte los principales precursores del pensamiento sistemático en esta área del conocimiento fueron los clásicos de la economía: Adam Smith, David Ricardo, John Stuart Mill, Robert Malthus, entre otros. Dado que hasta el momento se está planteando que la idea de desarrollo se ha definido a partir de la evolución del pensamiento económico, sus aportes se encuentran en función del problema del progreso económico.

Este grupo de pensadores abordaron los problemas económicos desde una perspectiva de crecimiento económico donde la respuesta clásica a la pregunta ¿Por qué crece una economía? era por la acumulación de factores de producción, capital y trabajo (en las modernas teorías del crecimiento, el factor 'tierra', que incluye los terrenos cultivables o los recursos mineros, se omite del análisis en aras de la simplicidad); cuanto más capital y más trabajo estén disponibles en una economía, más crecerá ésta (Escribano, 2001),.

Por otro lado, Karl Marx nombró "Crítica de la economía política clásica" a su obra principal, la cual es mejor conocida como "*El Capital*". El primer nombre responde a que el contenido del texto se basa en hacer una crítica profunda de los argumentos clásicos y de las consecuencias negativas del liberalismo en la vida económica de las personas (Marx, 2005).

Para Marx, los clásicos no analizaron de forma crítica al sistema capitalista, una diferencia importante radica en que la lógica marxista concebía al modo de producción capitalista como transitorio, es decir, como una fase histórica concreta del desarrollo de la humanidad, por lo que la esencia de lo que sería en Marx el

desarrollo económico de la humanidad está en su teoría de la transición al socialismo (Arencibia, 2006).

Los aportes de Marx relacionados con una conceptualización de la teoría del desarrollo están basados en su concepción materialista de la historia. Con ello coloca la atención, en el análisis del esquema productivo, a partir del vínculo entre las fuerzas de producción y las relaciones sociales productivas, el cual define el modo de producción y de hecho la estructura socio económica (*Ibíd*).

Siendo éste el factor determinante, Marx lo utiliza como punto de partida en sus estudios sobre el desarrollo histórico, ya que plantea que lo que diferencia a una época de otra no es lo que se fabrica sino cómo y con qué instrumentos de trabajo se produce (Arencibia, 2006).

Es importante hacer énfasis en que Marx observó además como factor importante, las variaciones que se producen en la superestructura (ideología) como resultado de los cambios en la base económica de la sociedad, aspecto que es de particular importancia en la evaluación del desarrollo en sus distintas acepciones (*Ibíd*).

Pese al intenso debate que existe desde el siglo XIX y continúa al día de hoy entre la economía política clásica y la economía marxista, las políticas orientadas a incentivar el progreso desde principios del siglo XX, han estado vinculadas a incentivar el crecimiento económico del modelo capitalista. Sin embargo, entre el periodo de finales del siglo XIX y la segunda mitad del siglo XX aparece a aportar a los paradigmas económicos John Maynard Keynes, quien probablemente sea el economista más influyente del siglo XX (Aguilera, 1992).

En este periodo caótico, caracterizado por guerras mundiales y crisis económicas, se ha transitado en materia de teoría económica *grosso modo*, por la economía neoclásica y sus ecuaciones de equilibrio; la teoría keynesiana y la participación del gobierno en la economía; y nuevamente el regreso de los argumentos de dejar hacer pasar, acompañados de la teoría monetaria como reguladora del empleo (Aguilera, 1992).

En este sentido, bajo el liderazgo de Milton Friedman, los monetaristas expusieron un conjunto coherente de ideas sobre la teoría y política macroeconómica que ponía en duda la ortodoxia Keynesiana reinante en los años sesenta. En su momento de mayor auge, en el período del 1979-1981, el pensamiento monetarista dominaba en la política de muchos países industriales avanzados. El enfoque monetarista pone énfasis en la importancia del dinero para el cálculo del PNB nominal a corto plazo y de los precios a largo plazo. Este análisis se basa en la teoría cuantitativa de los precios, considerando que éstos varían proporcionalmente con la oferta monetaria y el estudio de las tendencias de la velocidad (Lugo, 2004).

Por su parte, con planteamientos sobre la necesidad de inversión pública para buscar pleno empleo, Keynes trastoca las ideas dominantes de la economía neoclásica, de autores como Marshall, Pigou, Say o Mill, quienes se encontraban a favor de un capitalismo de equilibrio estático. La teoría de Keynes fue muy influyente desde los años treinta a los años setenta dado que los gobiernos de diferentes países que sufrieron la crisis de 1929 implementaron medidas para aumentar el empleo y por tanto el ingreso y el consumo, reactivando así la producción interna y dándole nueva vida al capitalismo de la época (Aguilera, 1992).

Sin embargo, en los años setentas una nueva crisis económica azota a las principales economías, lo cual pone en evidencia que la teoría keynesiana ya no respondía a la realidad. Ante este contexto comienza un nuevo grupo de economistas a hacer señalamientos al respecto y a retomar los principios que en su momento la teoría keynesiana contradujo, los principios neoclásicos (*Ibíd*).

Una de las obras en las que se manifestaron los renovados planteamientos económicos se conoce como la "Síntesis neoclásica". Este texto constituye, de acuerdo con Aguilera (1992), un keynesianismo fuera de Keynes, ya que basados en el rescate de la teoría macroeconómica argumentan que es necesario recuperar postulados como que la inversión está en función del ahorro. Aunado a esto también se gestan argumentos como la curva de Philips que contempla la disyuntiva entre inflación y empleo, y la ecuación de Cambridge que busca expresar la relación entre

la cantidad de bienes producidos, el nivel de precios, las cantidades de dinero y la manera en cómo éste circula (Richard, 1990).

Siguiendo a Aguilera (1992), es posible concluir que independientemente del contexto histórico de los años setenta, la teoría keynesiana fue relegada debido a la mezcla de argumentos en la síntesis neoclásica, a sus insuficiencias respecto a la teoría de la distribución y la inversión pública y finalmente a las complicaciones políticas que estaba generando con los grupos empresariales de la época.

Con el retorno de los planteamientos liberales a partir de la crisis de la década de los setenta, y su implementación por países aliados a EE. UU e Inglaterra se obtuvieron resultados bastante heterogéneos. Mientras que para países industrializados como el Grupo de los Siete (G7), integrado por Alemania, Canadá, EE. UU, Francia, Italia, Japón y Reino Unido (Aoyama y Castells, 2002), la inflación disminuyó en el periodo de los setenta a finales de los ochenta, en países subdesarrollados, ésta alcanzó aumentos de hasta tres cifras (*Ibíd*).

Sin embargo, respecto al PIB en el mismo periodo para el grupo de los siete hay disminución y una tendencia de aumento del desempleo (Aguilera, 1992). Esto como resultado de que fueron abandonadas las políticas keynesianas e impuestas por medio de presión al pago por servicio de la deuda, las medidas recomendadas por los países industrializados, orquestadas desde los organismos financieros internacionales.

Esta serie de políticas, conocidas como el ajuste macroeconómico o ajuste estructural buscaban, entre otras cosas, enfrentar el desequilibrio entre ahorro e inversión a través de la disminución efectiva del salario real; la distribución regresiva del ingreso y la liberalización de la economía en términos comerciales y laborales (Sader, 2001).

Lo anterior podía ser logrado mediante acciones como la disminución del gasto público en inversión y programas sociales, y la disminución del aparato del Estado en términos de personal ocupado, infraestructura e injerencia en el mercado. Los resultados en el mundo en vías de desarrollo fueron catastróficos en el sentido

económico y social, al grado de conocerse a la década de los ochenta como la década perdida (Cooney, 2007).

Actualmente, el neoliberalismo continúa siendo la corriente dominante en las escuelas de economía y para quienes toman las decisiones, no obstante existen alternativas teóricas que aportan al desarrollo. En el texto referenciado el autor sugiere rescatar la Teoría General de Keynes y considera que pese a los vacíos respecto a la teoría de la distribución y el empleo, su adaptación a los distintos matices en ALC es una alternativa para continuar avanzado en el camino del desarrollo económico (Aguilera, 1992).

Sin embargo, un elemento que obstaculiza la implementación de alternativas como la Teoría General de Keynes, es el consenso que el neoliberalismo ha logrado en el plano internacional, pese a los resultados asimétricos obtenidos. Los puntos que la han validado han sido los cuestionamientos en torno a los efectos inflacionarios de la teoría keynesiana, pero no hay planteamientos explicativos del modo de producción, es decir, sus medidas técnicas no contemplan los problemas estructurales del sistema económico, de manera que de seguirse implementando, llevarán a las naciones desarrolladas y en desarrollo a nuevas crisis (*Ibíd*).

En este entorno, de gran diversidad ideológica, Hirschman (1986), identifica que surge la economía del desarrollo como una subdisciplina de la ciencia económica, surge además con grandes ambiciones las cuales, a medida que avanza el tiempo se contraen.

El autor crea una clasificación de las teorías del desarrollo y para su explicación construye una matriz a partir de la aceptación o rechazo a dos determinantes que según el autor, definen las posturas de dichas teorías. Por un lado, la monoeconomía, supuesto que sugiere que los países subdesarrollados se separan como un grupo mediante algunas características específicas comunes; y por otro lado el supuesto del beneficio mutuo, que explica las relaciones económicas existentes entre los países subdesarrollados como mutuamente beneficiosas (Hirschman, 1986).

Dentro de esta clasificación se encuentran como puntos extremos, la economía ortodoxa, la cual acepta ambos supuestos, y las posturas neo marxistas, la cual los rechaza. Figuran también en dicha clasificación los argumentos de Marx, quien, según el autor, acepta la tesis monoeconómica pero rechaza la existencia del beneficio mutuo y finalmente la economía del desarrollo la cual rechaza la monoeconomía y acepta la existencia del beneficio mutuo.

Hirschman (1986), versa en torno a la justificación de ubicar a la economía del desarrollo en dicho cuadrante. Respecto al rechazo de la monoeconomía, hay que contextualizar que ésta se compone por un lado, de la adaptación keynesiana de la existencia de sub empleo rural y del planteamiento de la industrialización tardía fortalecido por el modelo de Rostow (1961) que plantea que el camino hacia una sociedad capitalista desarrollada pasa por cinco etapas: la sociedad tradicional, las condiciones previas al impulso inicial, el impulso inicial, la marcha hacia la madurez y la era del alto consumo en masa.

Para Hirschman (1986), la diversidad de las estructuras productivas de los países subdesarrollados y sostiene que su entendimiento requiere de la exploración de sus economías, además de que el surgimiento de teorías como la keynesiana permite comprender que hay diversas vías o estrategias de desarrollo.

Respecto a la aceptación del supuesto del beneficio mutuo, se explica que ha sido un punto de crítica intensa, por un lado por los neoclásicos, quienes sostienen que se violan las leyes económicas fundamentas de la individualidad; por otro lado los neomarxistas, quienes argumentan que la búsqueda de relaciones entre países desarrollados y subdesarrollados no es más que la búsqueda de renovadas formulas y esquemas de explotación hacia estos últimos y que se necesita una reconfiguración en el esquema de producción de los países subdesarrollados para poder mejorar las relaciones entre ambos grupos.

Hacia finales de los años ochenta, Hirschman (1986), refiere que el ocaso de la economía del desarrollo se enmarca en la crítica señalada anteriormente, la cual no generó una respuesta sólida a los acontecimientos políticos, al respecto el autor refiere que la economía del desarrollo surgió como la avanzada de un esfuerzo que

habría de generar una emancipación total del atraso para que tal esfuerzo alcance su meta prometida, habrá la necesidad de afrontar el desafío planteado por la política decepcionante en lugar de eludirlo o pasarlo por alto.

Para el caso de AL, Sunkel y Paz (1999), argumentan en torno a la base teórica de Raúl Prebisch, sobre la presencia de una realidad bipolar del mundo que consiste, por un lado, en países de centro y por otro, países de periferia. Los primeros son las potencias mundiales, países con alto grado de industrialización y niveles de ingreso que aumentan de forma paralela al crecimiento poblacional y de urbanización.

Estos autores refieren que los países de periferia han transitado de la conquista a la independencia; que han pasado de ser proveedores de materias primas para los países de centro, a ser sus receptores de inversiones, que se han industrializado por la demanda del centro pero que aún continúan las relaciones de dependencia con respecto al centro. Tales relaciones reproducen condiciones de pobreza en sus territorios.

En este sentido Sunkel y Paz (1999), señalan que la variable estrategia del proceso de transformación estructural, es decir de desarrollo en la periferia es la naturaleza de las vinculaciones con el centro, así como los cambios que ocurren en el centro y las reacciones que origina en los países de periferia.

El común denominador que se observa en los diferentes periodos históricos que abordan estos autores, son precisamente las relaciones desventajosas para la periferia, condición que les lleva a la conclusión de que el curso de desarrollo de los países de centro y el curso de subdesarrollo de los países de periferia constituyen elementos de un mismo proceso global, pero con resultados diferentes.

Sugieren la necesidad de plantear políticas de desarrollo en los países de periferia que reformulen de fondo o de manera estructural las relaciones que se guardan con el centro, anteponiendo los intereses de la comunidad nacional, como evitar la recepción de inversiones en áreas que debilitan los sectores locales, o las condiciones laborales para los trabajadores que laboran en las empresas extranjeras

o buscar el fortalecimiento del sector público en términos de capacidad de recaudación de impuestos bajo una lógica progresiva (*Ibíd*).

En otro orden de ideas, pero resultado de la argumentación anterior, se observa que el modo de producción capitalista genera de manera cíclica situaciones de crisis y auge, ejemplo de ello es que al concluir la Segunda Guerra Mundial (SGM) cobra importancia el tema del desarrollo visto desde su origen, es decir, planteado principalmente como una secuela de la desigualdad manifestada en la época (Hirschman, 1986).

Resulta entonces que la teoría del crecimiento contribuye al concepto de desarrollo, ya que implica que es necesaria la generación de riqueza para que esto se traduzca en un incremento del ingreso *per cápita* y por ende del bienestar de las familias. Sin embargo, como se ha mencionado en este apartado, en los años de la segunda postguerra surgen cuestionamientos sobre las limitaciones de la teoría del crecimiento para generar bienestar. Al respecto Guillén (2007) cita a Perroux (1984), sobre la idea de crecimiento, ya que este autor opinaba que es un instrumento útil pero oscuro.

Primeramente, se veía seriamente afectada por dilemas de medición, que aumentaban al momento de analizar países del Tercer Mundo, caracterizados por configuraciones duales, distintos sistemas de precios y amplios estamentos de la población en desventaja y totalmente desligados del aparato económico más moderno presente en estos países. En segundo lugar, el constructo de crecimiento *per se* distorsionaba las consecuencias de la contaminación ambiental, así como el desgaste de los productores directos, amén de hacer mención omisa de las auténticas condiciones de vida que aquejaban a la mayor parte de la población de estas naciones, lo mismo sucedía en el caso de mencionar la injusta asignación de la riqueza entre las diferentes clases y grupos presentes en la estructura social vigente en la época (Guillén, 2007).

Por lo tanto, referirse al término desarrollo resulta complejo, en la medida que se considere que implica una serie de componentes y dimensiones económicas, sociales, culturales, ambientales, etc., las cuales permiten tener una imagen más

completa en el análisis. Tales atribuciones cobran relevancia a partir de la segunda post guerra.

En tal sentido, Guillén (2007), señala que el desarrollo económico no es un fin *per se*. Más bien constituye un requisito previo del desarrollo social, aunque sin asegurarlo en modo alguno de manera automática. En ese sentido, analizándolo desde un punto de vista social y regional, el crecimiento económico solamente produce relaciones de desigualdad y concentración del ingreso. El desarrollo en cambio, es un proceso de dimensiones múltiples que exige una estrategia planeada y una acción concertada de los diversos estamentos institucionales y sociales, para actuar en una misma dirección y en un mismo sentido, siempre de manera conjunta y ordenada.

Como primer acercamiento al concepto de desarrollo se considera importante mencionar el elaborado por Escribano (2001:11), donde señala que “el desarrollo es un proceso que abarca crecimiento económico y modernización económica y social, consistente ésta en el cambio estructural de la economía y las instituciones (económicas, políticas, sociales y culturales) vigentes en el seno de una sociedad, cuyo resultado último es la consecución de un mayor nivel de desarrollo humano y una ampliación de la capacidad y la libertad de las personas”.

Por su parte Briseño y Álvarez (2006), parten de la premisa de que el desarrollo es un proceso integral que comprende aspectos económicos, sociales, políticos, culturales e incluso biológicos. Bajo esta lógica, las estrategias de desarrollo deberán incorporar elementos que atiendan las dimensiones consideradas

Tal como se menciona en las líneas anteriores, la definición es solo un acercamiento al concepto de desarrollo, esto en virtud de que existe consenso en que el concepto no está acabado, es decir aún se sigue construyendo mediante diferentes aportes. Hasta el momento hay una gran cantidad de teorías y modelos, que van desde posiciones radicales al sistema o tratando de corregir sus fallos; que abonan al concepto o lo interpretan de formas muy particulares.

La relevancia de este concepto radica en buena medida en que la teorización al respecto orienta las políticas encaminadas a atender la situación de pobreza,

desigualdad, daños ambientales, etc. Es claro que en momentos de crisis (no sólo económica) se socavan los planteamientos de los modelos teóricos hegemónicos y surgen nuevas visiones de cómo tendría que ser esta relación simbiótica entre el ser humano y la naturaleza.

A manera de síntesis, en este apartado se ha esgrimido la idea de que, dado que los estudios del desarrollo son una subdisciplina de la economía (Hirschman, 1986), el entendimiento de la evolución del pensamiento económico permite acercarse a las formas de entender el desarrollo en la actualidad, al origen teórico conceptual de las acciones para aliviar las condiciones de vida de la gente.

El recorrido teórico se realiza considerando los autores clásicos de la economía precursores del individualismo como premisa de las virtudes públicas; por otro lado se menciona la obra del Marx como contraparte de tales ideas destacando que las relaciones sociales de producción definen el modo de producción. En el mismo orden de ideas se dan algunos saltos teóricos que permiten aproximarse al debate entre el estado y el mercado y a las relaciones de subordinación entre países que condiciona los procesos de desarrollo (Sunkel y Paz, 1999).

En el siguiente apartado se expone la forma en la que la economía y otras disciplinas científicas han interactuado para comprender mejor los esquemas de desarrollo que se dan dentro de los territorios, considerando, por un lado la lógica a la que responden y por otro, las dimensiones que atienden.

4.2.2 El desarrollo regional

Como se señaló en la introducción de este capítulo, el concepto de DR implica una parte económica y la otra es la dimensión territorial, que para los objetivos de esta tesis es la escala regional de análisis.

En este sentido, en la actualidad la dimensión territorial forma parte de los adjetivos importantes que acompañan al concepto de desarrollo. Ejemplo de éstos son: territorial, local, endógeno, descentralizado, de abajo a arriba, del lugar central, de polos de desarrollo y regional, principalmente (Alarcón, 1992, Boisier, 1999, Coraggio, 1994, entre otros).

Para la presente investigación, el DR constituye un bagaje metodológico y teórico que permite analizar los problemas que enfrenta la producción agrícola en el contexto del CC ya que no se limita a un lugar físico, es una construcción social, lo cual implica un conglomerado de relaciones que originan y permiten expresar identidad y sentido de propósitos comunes a una multiplicidad de actores privados y públicos (Schejtman y Berdegué, 2004).

Para completar el binomio del DR, hay que considerar por separado al concepto de región y mencionar que existen algunos debates interesantes al respecto. Sin embargo, a manera de introducción Hernández (1996), refiere que para fines de una investigación, la región es una síntesis de elementos y relaciones siempre en movimiento que mantiene una identidad consigo misma.

El autor sugiere que la región puede ser analizada en tres niveles, i) el primero respecto a las dimensiones físicas, económicas, sociales y culturales; ii) el segundo nivel respecto a las relaciones de clase que coexisten y finalmente iii) un tercer nivel relacionado con el análisis de los modos de producción que existen en la región.

A fin de abundar en el entendimiento de la región, García (2014) cita a Arellano (1996), quien define de manera nítida este concepto señalando que la región es una entidad funcional interrelacionada, estructurada y con entidades de orden superior. Se conforma por elementos diversos complementarios y que se relacionan recíprocamente. La región es una asociación geográfica de las relaciones humanas en el espacio, y es en este espacio donde se da la interrelación de todos los elementos del medio físico y natural de la región con el medio nacional. La región es una organización de unidades ecológicas, cuyas relaciones se orientan hacia puntos privilegiados y dependen de una totalidad mayor. La región existe objetivamente y representa la distribución espacial de diversos fenómenos, que pueden interconectarse o yuxtaponerse, sin que necesariamente coincidan sus límites. La región es un área caracterizada por actividades comunes, intereses ligados y una organización específica. La región siempre tendrá una acepción social, a partir de la configuración del propio espacio social.

Analizar las regiones puede implicar tipologías como la región tradicional, productiva, jerárquica o desequilibrada, global y sustentable (Velazco, 2000); esto implica muchas teorías, entre las que destacan la teoría de la ubicación de Von Thünen, la teoría de la localización industrial de Weber, la teoría del crecimiento equilibrado, la teoría de los polos de desarrollo o la teoría del desarrollo lineal de Pottier.

En esta misma lógica de argumentación, Svetikas (2014) realiza una nítida clasificación sobre las teorías del crecimiento y DR. Señala que éstas pueden ser clasificadas de acuerdo a dos escuelas del pensamiento, las teorías tradicionales modernas además pueden ser clasificadas de acuerdo a los factores regionales de desarrollo: exógeno y endógeno; finalmente de conformidad a la dimensión dominante: i) Modelo tradicional exógeno neoclásico; ii) Modelos de aglomeración; iii) Crecimiento y desarrollo regional endógeno, y iv) Modelos regionales de innovación (Véase cuadro 5).

Cuadro 8. Teorías de crecimiento y desarrollo regional.

Escuela del pensamiento	Factores regionales del desarrollo	Dimensión dominante	Teorías	Características
Tradicional	De arriba abajo <i>Top-down</i> Exógeno	Modelo tradicional neoclásico (50)	Teoría del crecimiento	<p>Basada en el modelo de Solow (1956), el crecimiento está en función del capital físico y trabajo. La tecnología se asume como variable externa y se distribuirá en las regiones.</p> <p>Se asumen las economías de escala como constantes. Las desigualdades entre regiones dependen de la movilidad interregional entre capital y trabajo. El capital se moverá a las regiones donde los salarios son bajos, y el trabajo se moverá a las regiones más desarrolladas. Estos flujos continuarán hasta que los precios del capital y trabajo sean iguales en cada región, es decir habrá una tendencia a la convergencia. La estrategia representa más inversiones en desarrollo de infraestructura.</p>
			Teoría de la base exportadora	<p>Divide a la economía en región exportadora y de producción local. El crecimiento depende del volumen de las exportaciones.</p> <p>Las críticas a esta teoría pueden estar relacionadas con sus suposiciones básicas que el crecimiento en el sector no básico local es inducido solo por los cambios en el exportador y que ignora el impacto de las importaciones, los hogares y gastos del gobierno o efectos de la aglomeración en el crecimiento regional.</p>
			Teorías de la localización	<p>Von Thunen (1826), análisis de la renta y uso de la tierra.</p> <p>Weber (1909). Teoría de la localización industrial</p>

Cuadro 8. Teorías de crecimiento y desarrollo regional.

Escuela del pensamiento	Factores regionales del desarrollo	Dimensión dominante	Teorías	Características
Tradicional	De arriba abajo <i>Top-down</i> Exógeno	Modelos de aglomeración 60		Christaller (1933) and Lösch (1940). Teoría del lugar central Walter Isard (1960). Fundador de la ciencia regional. Se centran en los costos de transporte, trabajo, otros costos para la producción, factores económicos de aglomeración, economías de escala externas.
			Causación acumulativa de Myrdal	Hay una tendencia natural a la divergencia. Antes de favorecer a las regiones, crecerá la región con mayor productividad del trabajo. La innovación contribuye a mejorar la situación de las regiones Se busca promover la igualdad de las regiones. El crecimiento de las exportaciones también depende de la eficiencia de los salarios.
			Teoría de polos de crecimiento	Perroux, (1950). Incluye un contexto más espacial. El espacio es una fuerza centrípeta ya que implica enlaces entre empresas. Las estrategias tendrán que centrarse en un cierto polo de desarrollo.
			La Nueva Geografía Económica	Krugman (1991) Geografía y comercio. Inspirada en Myrdal y Kaldor y las teorías actuales del comercio. El establecimiento de una empresa se basa en decisiones sobre el costo de transporte, rendimientos crecientes y flujos migratorios. También destaca el papel de las instituciones

Cuadro 8. Teorías de crecimiento y desarrollo regional.

Escuela del pensamiento	Factores regionales del desarrollo	Dimensión dominante	Teorías	Características
Moderno	De abajo a arriba <i>Bottom up</i> Endógeno	Modelos de Crecimiento y desarrollo regional endógeno (70)	Teorías del crecimiento endógeno	El progreso tecnológico es la diferencia con las teorías clásicas El crecimiento está en función de capital, trabajo y desarrollo tecnológico. Este último implica conocimiento, capital humano, investigación y desarrollo o infraestructura pública.
			Desarrollo regional endógeno Desarrollo regional endógeno	Basados sobre una dimensión espacial. (Distritos industriales o clústeres) Los distritos industriales fueron interpretados como resultado de dos grupos de fuerzas: i) Fuerzas económicas: Economías de escala como resultado de la especialización, economías externas resultado de la infraestructura y habilidades especiales de la fuerza de trabajo. ii) Interacciones entre la economía y el sistema social.
			La región como un nexo de interdependencias no comerciales	En la teoría de Storper (1995), las empresas se interrelacionan a través de vínculos formales de entrada y salida, y también a través de importantes interdependencias no negociables: mercados laborales, instituciones públicas, reglas legales, valores. Estas interdependencias no comercializadas desarrollan diferentes culturas de producción regional o "mundos de producción" entre regiones con competencia diferente.

Cuadro 8. Teorías de crecimiento y desarrollo regional.

Escuela del pensamiento	Factores regionales del desarrollo	Dimensión dominante	Teorías	Características
Moderno	De abajo a arriba <i>Bottom up</i> Endógeno	Modelos regionales de innovación (90)	Teorías regionales de aprendizaje	La ventaja competitiva de las regiones se basa en sus características <i>sui generis</i> y en el intercambio de conocimiento. Los mecanismos clave son: la movilidad de la mano de obra calificada, el intercambio de conocimiento a través de redes informales, y la creación de empresas derivadas.
			Teoría de sistemas de innovación.	Supera la visión shumpeteriana del empresario innovador ya que las innovaciones son un proceso evolutivo, no lineal, que requieren gran interacción entre los actores sociales. La innovación es vista como un proceso social. Se debe fomentar el clúster, creación de instituciones para atraer inversiones, medidas para fortalecer la I +D de las empresas regionales, medidas para integrar a las macroregiones, atraer empresas y al mismo tiempo explotar el potencial endógeno para formar clúster y mejorar la infraestructura institucional.

Fuente: Elaboración propia con base en Svetikas (2014).

Posterior al acercamiento teórico entre el concepto de desarrollo y el de región, resulta imprescindible rescatar elementos que construyen el término DR, Boisier, (1999:7) recopila tales elementos y lo define como “un proceso de cambio estructural localizado, en un ámbito territorial denominado región, que se asocia a un permanente proceso de progreso de la propia región, de la comunidad o sociedad que habita en ella y de cada individuo miembro de tal comunidad y habitante de tal territorio”.

Ante esta definición se requieren elementos adicionales para operacionalizarla en un problema concreto, como detallar la perspectiva de progreso, la identificación de actores clave, el papel institucional o las relaciones exógenas de influencia, e incluso el análisis histórico del territorio.

Sin embargo, considerar una definición como ésta marca la pauta en la investigación, respecto a la incorporación de elementos teóricos y la identificación práctica de los procesos de desarrollo, así como en cuanto a las propuestas para mejorar o detonar tales procesos.

En este sentido, se concluye que el DR resulta ser una herramienta teórica y metodológica para el análisis de los problemas a los que debe hacer frente la agricultura campesina en un escenario de CC. Lo anterior en virtud de que tal actividad se lleva a cabo en México y Michoacán con patrones que forman regiones en función de elementos tales como la productividad, las prácticas sustentables, las instituciones locales o las acciones de gobernanza como criterios homogeneizadores.

4.3 PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y CAMBIO CLIMÁTICO

A continuación, se plantea la pertinencia del estudio de la producción agrícola, así como su relación con el fenómeno del CC. Esta relación evidencia la necesidad de las regiones productoras por desarrollar capacidades adaptativas que permitan afrontar estas condiciones.

4.3.1 Relevancia de la producción agrícola de pequeña escala

En líneas anteriores se ha hecho referencia a agricultura campesina, agricultura familiar, producción de pequeña escala, de igual forma se menciona a la unidad doméstica, la granja o la finca. Sin embargo, la distinción importante para la presente investigación es entender todas estas concepciones como una lógica opuesta a la agricultura organizada de manera industrial, en función de la dinámica del capital. La agricultura campesina se refiere entonces a productores autónomos con una perspectiva holística de la actividad agrícola que incluye el respeto de la naturaleza, la alimentación orgánica, el cuidado del paisaje; “en otras palabras, una agricultura orientada por el valor de uso *versus* una actividad agraria basada sobre el valor de cambio” (Houtart, 2014:11).

Desde esta perspectiva, Sevilla y Pérez (1976), describen que la escasez de capital y una abundante mano de obra empleada en la actividad agrícola a escala familiar, son elementos característicos de la agricultura campesina, y en la medida en que no se logren satisfacer sus requerimientos de consumo, su racionalidad encuentra su razón de ser, en lograr cubrir las necesidades familiares en términos de los satisfactores económicos más básicos, así como en la aspereza y el cansancio derivados del esfuerzo familiar al llevar a cabo la explotación campesina inherente a su empobrecida condición.

Siempre desde el punto de los autores anteriormente citados, se puede igualmente conceptualizar al campesinado como aquel segmento de labradores a pequeña escala que, con el auxilio de la mano de obra familiar y un equipamiento más bien rustico, produce esencialmente para el autoconsumo y para hacer frente a los adeudos generados con quienes ejercen en su contra el poder económico y político desde tiempos inmemoriales.

En consecuencia de lo anterior y para efectos de este trabajo de investigación, se conceptualizará, siempre de conformidad con Sevilla y Pérez (1976), al campesinado, como aquel sector social constituido por entidades unitarias de producción y autoconsumo a escala familiar, y que tiene como base de su configuración económica y social la explotación agrícola de la tierra. Es pertinente

destacar que esta condición no depende en si del hecho de que sean o no propietarios del terreno y/o del esquema de propiedad que tengan con relación a éste; de tal forma que en este sector, las relaciones sociales tienen lugar en demarcaciones de tipo rural, las cuales soportan, en muchas ocasiones, una vinculación asimétrica de dependencia y de explotación con relación al resto de los integrantes de la estructura social, desde un punto de vista de poder cultural, político y económico.

Por lo tanto, el constructo no aplica para el caso de los agros negocios con fines de lucro empresarial, ya que si bien, la unidad campesina familiar puede producir un excedente, el objetivo perenne ha sido y es, cubrir los requerimientos elementales de autoconsumo a través de técnicas y procedimientos apegados a la tradición, y no producir y crecer en función de los requerimientos de los mercados nacionales o internacionales.

Adicionalmente, es pertinente aclarar que la composición de este campesinado no es homogénea, debido a la diversidad de su estructura social producto a su vez de una configuración institucional llevada a cabo a nivel local. Esta diversidad se refleja en las modalidades de propiedad del suelo, las clases de cultivos, la asignación de beneficios y gestión de los excedentes, así como en las técnicas y herramientas empleadas para llevar a cabo la labor agrícola propiamente dicha. No obstante, el sector debe hacer frente por igual a políticas oficiales impuestas desde los estamentos gubernamentales que lo han desarticulado, a lo cual debe agregarse el reciente fenómeno del CC (*Ibíd*).

No debe minimizarse la relevancia que posee este sector campesino solamente en aras de atender criterios de competitividad agrícola e industrial inherente a cultivos de alto valor comercial en los mercados internacionales. Al día de hoy, no es posible negar el importante papel productivo y multifuncional llevado a cabo por estas entidades unitarias y familiares de producción campesina, lo que motiva a la reflexión sobre la importancia de conservarlas en tanto unidades económicas productivas a escala regional.

En consecuencia de lo anterior, se definirá a la multifuncionalidad de la agricultura (MFA) como aquella que hace referencia a las externalidades de carácter positivo en diferentes aspectos que van implícitos en esta actividad, y que coadyuvan a conseguir objetivos de diversa naturaleza. En este sentido, la repercusión de la MFA campesina se lleva a cabo en los sectores ambiental, sociocultural, económico productivo y territorial [(Kallas y Gómez – Limón (2005) en Ayala (2011))].

Rosset (1999), menciona a la Comisión Nacional de Pequeñas Fincas del Departamento de Agricultura de los EE. UU (USDA por sus siglas en inglés), entidad que, en un documento denominado “Tiempo de actuar”, enlista los aportes de las pequeñas fincas, las cuales confluyen con la MFA campesina en los siguientes aspectos:

- a) La belleza natural de un paisaje, su atractivo estético y su espacio abierto se deben la variedad de formas que adopta la biodiversidad.
- b) Los beneficios ambientales que obtienen dada la extensión de sus tierras y las prácticas agrícolas, que continúan siendo comunes en muchas de estas pequeñas fincas.
- c) Empoderamiento y responsabilidad comunitaria. En este sentido, la propiedad fragmentada de la tierra crea oportunidades más equitativas para las poblaciones y mayor capital social en las zonas rurales.
- d) Sitios orientados a la familia. Aquí se hace referencia a que estas áreas ayudan a las nuevas generaciones a aprender sobre los valores y las habilidades que ayudarán a la tierra a seguir produciendo.
- e) La comida es una parte importante de la cultura humana, y en los mercados campesinos, la gente puede aprender mucho sobre la producción de alimentos al cooperar con la naturaleza.
- f) Los fundamentos económicos de la producción campesina constituyen una parte importante de la economía y ayudan a mantener la economía funcionando sin problemas.

Además de la lista anterior, Gómez-Oliver (1995), considera al desarrollo rural como parte de una sana política de ocupación del territorio y de explotación racional e inteligente de sus recursos naturales. Esto se debe a que, si las condiciones de vida en las zonas rurales satisfacen adecuadamente las necesidades de su población, la migración del campo a la ciudad disminuirá, y por lo tanto, los centros urbanos de suyo propio ya insostenibles en muchas regiones, ejercerán menos presión sobre los recursos naturales.

Así, la desaparición y homogeneización de los sectores rurales y campesinos implica el reconocimiento explícito de la desaparición de una lógica alternativa de funcionamiento social. Desde esta perspectiva, Rosas (2009), manifiesta la extinción total de formas de vida arraigadas en territorios específicos donde todavía pueden recrear su propia existencia. El desvanecimiento del sector rural con todos sus efectos: la desaparición de la pluralidad de actividades, culturas, grupos y formas de asociación con la naturaleza, es un hecho que investigadores como Martínez Alier denominan “la pérdida de toda esperanza de sobrevivencia humana”.

A pesar de ello, durante las últimas tres décadas, el sector ha estado sujeto a políticas que lo han sometido a dinámicas competitivas en condiciones adversas y con el claro objetivo de eliminarlo. En particular, los procesos de globalización tienen una profunda tendencia hacia la reconfiguración de los sistemas agrícolas y alimentarios en términos de mercados de productos y de trabajo, procesos de producción, incluyendo la integración de las cadenas de producción y de comercialización, la tecnología, así como las demandas de liberalización de la tierra en los mercados de cultivos (Appendini, *et al.*, 2003).

Aunque la literatura sobre la globalización es extensa, en la presente tesis se entiende la globalización como un proceso de integración del comercio mundial con impactos ambientales, culturales, económicos y sociales, tanto positivos como negativos (Mateus y Brassat, 2002). La globalización significa que el campesinado a escala familiar debe integrarse como consumidor de alimentos baratos, que él ciertamente no cultiva, y convertirse al mismo tiempo en productor de cultivos de alto valor comercial y elevado potencial exportador, que igual deben cumplir con

toda una serie de estándares y requisitos de calidad exigidos por el mercado internacional inherente a los agro negocios, (que fluctúan, por mencionar algunos ejemplos, desde los servicios e insumos empleados, hasta la garantía de no emplear residuos químicos, requisitos de presentación, etc.) todo ello enfocado a segmentos amplios de consumidores que necesitan alimentos diversos, atemporales, seguros, exóticos, y más (Appendini, García, De la Tejera, 2003).

Se trata de una clara tendencia a la homogeneización dentro de un sector siguiendo la lógica de fijación de precios prevaleciente en los mercados internacionales, los productos que se compran y venden y las maneras de fabricarlos. Este proceso conlleva a que, quienes no se insertan en dicha dinámica, se convierten en una casta al margen de todo, tanto en las zonas urbanas y sus periferias, como en las zonas rurales.

En cuanto a las reformas iniciadas en las décadas pasadas en el sector agrícola, De la Tejera *et al.*, (2008) al referirse al sector campesino, lo hacen conceptualizándolo como un sector excluido o incluido de forma supeditada. Estos productores no han sido considerados como un sector en las políticas públicas que promueven el desarrollo nacional, regional o local. La mayoría de ellos no forman igualmente parte de organizaciones formales que representen sus legítimos intereses. Se encuentran diseminados en una variada multiplicidad de entidades productivas campesinas, donde su “lógica de gestión” y sus “estrategias vitales” están íntimamente vinculadas a los recursos institucionales, y por lo regular, a escala local.

En el mismo orden de ideas Bartra (2003: 31), ilustra nítidamente este episodio: “Hace veinte años los teólogos del neoliberalismo tuvieron la revelación de que los campesinos estaban de más. Y armados con la espada del libre comercio y la cruz de las ventajas comparativas, emprendieron una cruzada contra las comunidades rurales. A golpes de mercado se impusieron vaciar el campo de los rústicos sobrantes. En una nación de milpas, traspatios fecundos, huertos y acahuales, los tecnócratas se propusieron barrer con el dizque ineficiente agricultura campesina, desatando el éxodo rural”.

Como se ha señalado, la estrategia de desmantelamiento y desestructuración de la base productiva del campesinado tiene por objeto lograr el resultado deseado: su lenta y paulatina desaparición. El andamio, como lo describen Ayala y De la Tejera (2007), incluye al menos, cuatro componentes, cada uno con su respectivo instrumento desestructurante del estilo de vida y de producción campesinos: primero, el abandono del Estado y la disolución de las organizaciones que les brindaban soporte; segundo, la contrarreforma agrícola, que permitió novedosas modalidades a través de las cuales el capital pudiera acceder a la tierra, pero también la concentración de la misma y la centralización de los recursos; tercero, el mecanismo propio de los agro negocios que sacrificó a los campesinos a la codicia de la competencia desleal y a los precios en unos mercados internacionales de suyo propios ya sumamente manipulados y maquillados. Y un cuarto componente, todavía no completamente desarrollado, pero que ha tomado a la biotecnología como la punta de lanza definitiva que podría dar el golpe de gracia a la unidad campesina familiar. La biotecnología al servicio de las empresas agroindustriales, acentúa las condiciones de deterioro de la unidad de producción campesina, bajo una lógica eficientista, ausente de objetivos de conservación y reproducción de cultivos y formas de vida de una lógica comunitaria (Barajas, 2015).

A lo anterior habría que agregar que todas las unidades productivas campesinas enfrentan a dificultades que subordinan el trabajo del campesinado al capital, producto de acciones políticas internas propiciadas a su vez por la globalización económica a la que se deben adecuar la mayoría de las naciones. No obstante, ahora debe hacer frente el desafío del CC.

4.3.2 Vulnerabilidad de la producción agrícola ante el cambio climático

El cambiante clima del planeta es bien conocido y ha variado en innumerables ocasiones en el pasado. Esta variación es debida a fenómenos naturales como cambios en la órbita terrestre, modificaciones en el ángulo del eje de la Tierra, erupciones volcánicas y variaciones en la composición de la atmósfera. No obstante, durante los últimos 150 años, particularmente desde la Revolución

Industrial (RI), la principal causa de los cambios en la composición de la atmósfera planetaria, ha sido la actividad humana (Becerra, y Mance, 2009).

Lo anterior puede ser visto como la visión predominante de las causas del CC, misma que establece que, desde ese periodo de la historia, el de la RI, los procesos industriales se han desarrollado esencialmente por medio de la quema de combustibles fósiles, originando grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), las cuales aumentaron en un 30% desde el siglo pasado (Duarte *et al.*, 2006). Además, la deforestación, la contaminación de tierras y mantos acuíferos, así como las modalidades de labranza extensivas para determinados cultivos, aceleran el CC, lo que a su vez se ve reflejado en el calentamiento global.

Adicionalmente, autores como Easterbrook, citado por Gómez (2008), sugieren que el CC es un proceso cíclico y natural, con periodos que fluctúan entre los 25 y 30 años de ocurrencia. En consecuencia, sus investigaciones se centran menos en las implicaciones antropocéntricas.

El propósito de este estudio no es expresar una postura de apoyo o rechazo a estas posiciones, pero, lo que no es posible negar es el hecho de que el clima sí está cambiando y esto ha llevado a una disminución de la productividad alimentaria, lo que ha golpeado con mayor dureza a grupos y sectores, aquejados desde muchos años, por una economía de subsistencia que no les permite adaptarse a las condiciones cambiantes, por lo que sus técnicas de cultivo continúan ancladas en el atraso y el empleo que puedan hacer de la información climatológica es realmente muy limitado, prácticamente inexistente.

Entre los grupos más expuestos en el país, se encuentran los productores rurales de regiones atrasadas, causado por la reducción de las áreas cultivables, cambios de las estaciones lluviosa y seca, recrudecimiento de fenómenos ambientales que se presentan en cada ocasión con mayor virulencia, etc. (SUMA, 2011).

Siguiendo esta misma lógica de argumentación, Conde *et al.* (2004), refieren que el sector primario de la economía mexicana es particularmente vulnerable a los fenómenos climatológicos extremos, tales como las inundaciones, las heladas y/o

las sequías, ya que esta modalidad de cultivo es primordialmente de temporal. El cultivo de maíz de temporal constituye un buen ejemplo de esto, ya que de hecho, se realiza a escala nacional, aún en aquellas regiones con suelos, climas o pendientes no adecuados, debido a que su consumo es un componente elemental en la dieta alimenticia de la mayoría de la población, tanto urbana como rural, con una consumición media aproximada de 250 kg anual por persona.

Las consecuencias de los impactos climáticos, especialmente para las comunidades rurales dedicadas a la agricultura campesina y de escala familiar, se reflejan en condiciones desfavorables para el desarrollo de sus potencialidades, por lo que hablar de desarrollo es realmente difícil en tales condiciones. Sin embargo, los casos estudiados de comunidades que han logrado desplegar de la mejor manera posible su capacidad de adaptación, muestran que esta capacidad se relaciona de manera muy directa con diversas prácticas institucionales locales, tecnología, conocimiento, capital social y otros componentes.

En este sentido, la gobernanza se entiende como un modelo de entendimiento y toma de decisiones, estrategias y políticas, que vincula a actores formales e informales, en una nueva forma de hacer las cosas, una nueva forma que es sostenible y sustentable, que coordina y que favorece la comunicación entre los actores involucrados y permite mejorar el control y la transparencia de la gestión pública (Jorquera, 2011).

Al respecto, existe una amplia gama de metodologías y elementos a considerar para abordar la problemática de la vulnerabilidad de la agricultura ante el fenómeno del CC, a continuación se exponen algunos trabajos relevantes en los que se plantean propuestas metodológicas para analizar este objeto de estudio.

Dos Santos *et al.* (2021) realizaron una investigación con el objetivo de estimar y analizar la sensibilidad, la exposición, la capacidad de adaptación, así como el grado de vulnerabilidad al CC de los agricultores de la cuenca del río das Contas, Basin, Brasil. Así mismo han buscado resolver si los índices de vulnerabilidad y exposición al CC varían entre los biomas de la cuenca referida.

En su trabajo, los autores construyeron 3 indicadores principales: sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa. Las variables que se incluyen en la sensibilidad son: Agricultura de temporal o secano, seguro agrario, Numero de personas que dependen de los ingresos generados en la propiedad, dependencia del agricultor de la actividad agrícola, pluriactividad y voluntad de cambiar la gestión; La exposición se encuentra en función de la diferencia entre el valor promedio mensual de la precipitación en el año de la encuesta (2014) y el promedio histórico de 1985 a 2014; por último la capacidad adaptativa se encuentra en función de: la propiedad de la tierra, acceso a proyectos de riego público, acceso a asistencia técnica o extensionismo rural, nivel de educación del agricultor, participación en asociaciones y acceso al crédito (Dos Santos *et al.*, 2021).

Entre los resultados, destacan que todos los agricultores presentan altos índices de sensibilidad (>50%), no encontraron capacidad adaptativa suficiente para hacer frente a la vulnerabilidad al CC que se presentó como alta en el 65% de los municipios. Se encontraron resultados de exposición y vulnerabilidad asociados al bioma, es decir diferenciados. Y finalmente los autores concluyen que la situación refleja que la vulnerabilidad alta de la región es resultados de la alta exposición y sensibilidad combinada con la baja capacidad de adaptación (Dos Santos *et al.*, 2021).

Por su parte Howden *et al.* (2007) se plantean describir las alternativas adaptativas de los sistemas de producción agrícolas, pecuarios y pesqueros, revisando literatura y datos de rendimientos de los cultivos a fin de evaluar los beneficios de la adaptación y sugieren alternativas generales que ayudan a pasar de la evaluación técnica de las opciones adaptativas a una acción más práctica. Un ejemplo que destacan al respecto es que la adaptación climática a corto plazo por parte de los agricultores puede lograrse teniendo en cuenta las tendencias climáticas locales si existe una fuerte correspondencia entre estas tendencias y el CC proyectado.

Los autores concluyen que hay muchas opciones potenciales de adaptación disponibles a nivel de gestión, a menudo variaciones de la administración de riesgos climáticos existente. Sin embargo, todavía hay relativamente pocos estudios que

evalúen tanto la eficacia probable como las tasas de adopción de las posibles estrategias de respuesta. Una síntesis de los análisis de los sistemas de cultivo indica por un lado, que los beneficios potenciales de la adaptación en los sistemas de cultivo de trigo templados y tropicales son similares y sustanciales pero existen diferencias en las tasas de adopción de las estrategias, y por otro, que la mayor parte de los dividendos de las adaptaciones marginales dentro de los sistemas existentes se acumulan con un CC moderado, pero hay límites a su efectividad cuando los cambios son más severos (Howden *et al.*, 2007).

Por lo tanto, se deben considerar cambios más sistémicos en la asignación de recursos, incluida la diversificación de los medios de vida. Howden *et al.* (2007) argumentan que una mayor acción de adaptación requerirá la integración del riesgo del cambio climático con un marco de gestión más inclusivo, teniendo en cuenta la variabilidad climática, la dinámica del mercado y los dominios de políticas específicas.

Por su parte Anwar *et al.* (2013) realizan una revisión de casos que a nivel de finca están tomando los agricultores para hacer frente al CC en un espacio y tiempo determinados. Los autores destacan el consenso existente en que el aumento global de la temperatura de tierra está cambiando los patrones de lluvia y extremando los fenómenos climáticos que afectan directamente los sistemas agrícolas ya que, entre otros aspectos, se modifica la disponibilidad de agua y la calidad del suelo.

Consideran que las respuestas a estos desafíos por parte de los agricultores a nivel de finca no deben subestimarse ya que a nivel local existen rendimientos diferenciados y consideran necesaria una evaluación de un alto número de prácticas agrícolas en el planeta, a fin de identificar, entre otras cosas, las adaptaciones autónomas o las capacidades adaptativas planificadas (Anwar *et al.*, 2013).

De este trabajo se concluyen cuatro áreas prioritarias para reducir las limitaciones de adaptación al CC: i) la generación y difusión de información para mejorar la conciencia respecto al fenómeno; ii) investigación y desarrollo (I+D) a nivel finca en tecnología agrícola; iii) formulación de políticas que faciliten la adaptación adecuada

a nivel de finca y iv) fortalecimiento de alianzas entre las partes interesadas pertinentes como gobiernos, empresas, productores, sociedad civil, principalmente.

Por otro lado, Smit y Skinner (2002) hacen una revisión de literatura internacional sobre los impactos del CC y la vulnerabilidad del sector agrícola. Encuentran que hay evaluaciones de costos del CC, pronósticos de las adaptaciones que pueden ocurrir y de diseño de las mejores estrategias de adaptación. Ante esto, el trabajo se centra en las alternativas adaptativas para el sector agrícola canadiense caracterizados en cuatro categorías principales: los avances tecnológicos que implican el desarrollo de cultivos, los sistemas de información meteorológica y climática, las innovaciones en la administración de recursos, incluida la irrigación y gobierno e industria adoptando estas innovaciones para la subsecuente adopción de los campesinos.

En concordancia con aspectos ya abordados en el presente trabajo, Nicholls y Altieri (2019), argumentan que la agricultura tradicional representa un catálogo de opciones agroecológicas para mejorar las capacidades adaptativas frente al CC, por encima de la agricultura industrial. En su trabajo detallan que la producción agrícola industrial e intensiva es extremadamente vulnerable, entre otras cosas, por aspectos advertidos desde los años setentas del siglo pasado como la uniformidad genética de los cultivos, lo que se asocia directamente a cultivos débiles frente a plagas y a alta dependencia de condiciones específicas del clima que no pueden ser garantizadas.

En contraparte, la agricultura tradicional se constituye como la conservación *in situ* de prácticas agroecológicas y resilientes en diversas partes del mundo. Destacan las prácticas de sistemas diferenciados que mejoran la calidad del suelo, reducen la incidencia de enfermedades y plagas, y por tanto reducen riesgos, permitiendo hacer frente de mejor manera al CC (Nicholls y Altieri, 2019).

Entre sus conclusiones se destacan elementos determinantes de la exposición vulnerable de los sistemas sociales priorizando en el balance entre el capital natural y social, la acción colectiva y por tanto el robustecimiento o rehabilitación del tejido

social a escalas regionales y locales, de manera que los principios agroecológicos sobrepasan los límites referidos a técnicas productivas, es decir, son una característica deseable de resiliencia socio-ecológica (Nicholls y Altieri, 2019).

Así mismo Quispe (2015), realiza una evaluación de los impactos que tiene el CC en la agricultura de la región de la cuenca Ramis, midiendo por un lado el desempeño de las variables climatológicas y por otro lado el rendimiento de los cultivos ms importantes: papa y haba. Los datos climáticos se obtuvieron de diez estaciones meteorológicas con información de periodos de hasta 46 años, mientras que la producción de los cultivos se obtuvo de la Dirección Regional de Agricultura de Puno (1992-2012).

El tratamiento de los datos para la identificación de la tendencia se realizó mediante los estadísticos de Mann-Kendall y Sperman's Rho y la *t student* apoyándose en el programa TREND. Para ponderar el efecto del CC en el rendimiento de los cultivos se empleó el método de mínimos cuadrados ordinarios y el coeficiente de correlación de Pearson. Entre los resultados destaca que las temperaturas máximas y medias presentan tendencias anuales de incremento, así como la tendencia negativa a nivel de cuenca; por su parte las variables, precipitación y temperatura máxima ha impactado con un aumento en el rendimiento del cultivo de haba, mientras que el de la papa se ve favorecido por las temperaturas y días de precipitación (Quispe, 2015).

Tratándose de África, continente en el que la mayor parte de la actividad agrícola se realiza por parte de pequeños productores, Selvaraju y Bernardi (2011), sintetizan resultados de evaluaciones para África, a fin de identificar prioridades futuras con respecto a datos, métodos y herramientas para la evaluación del impacto del CC en el agro.

La revisión del conglomerado de estudios llevó a concluir en el estudio que las evaluaciones del CC han empleado una metodología sistemática que incluía muchos países, regiones y subzonas regionales, pero estos enfoques se centraron principalmente en la economía general y no son adecuados para la planificación de

prácticas de adaptación a nivel subnacional y local. Las experiencias muestran que existe la necesidad de evaluaciones de impacto detalladas para la agricultura que tengan en cuenta las complejidades físicas, biofísicas y socioeconómicas de los países africanos, con especial referencia a las poblaciones más vulnerables. Sin embargo, una base de datos suficiente de información climatológica, meteorológica, fenológica, del suelo y agronómica es crucial para llevar a cabo dicho análisis (Selvaraju y Bernardi, 2011).

Además de lo anterior, los autores sugieren que los modelos de crecimiento de cultivos son útiles para cuantificar mejor los impactos del cambio climático, así como para desarrollar prácticas de manejo de cultivos y suelos que reduzcan los impactos. Sin embargo, estos modelos deben elegirse tomando como criterio base los datos disponibles y deben calibrarse y validarse en función de los datos climáticos y de cultivos observados. La información del modelo climático y de cultivos pueden combinarse con SIG para analizar la idoneidad de los cultivos, la variabilidad del rendimiento, la productividad del agua en la cuenca fluvial y las escalas regionales en climas actuales y futuros. El avance de los estudios de evaluación de impacto requiere una estrecha cooperación entre las agencias y organizaciones que se ocupan del clima y la agricultura a escala global y nacional para establecer una plataforma de intercambio de datos climáticos y de cultivos para la valoración de impacto y el proceso de toma de decisiones que busque mejorar la seguridad alimentaria (Selvaraju y Bernardi, 2011).

Otro trabajo relevante sobre las estrategias adaptativas en África, es el elaborado por Akinnagbe, y Irohibe, (2014). En este documento los autores describen los factores que empeoran la situación de vulnerabilidad del continente como son la pobreza generalizada, la dependencia excesiva de la agricultura de secano, la distribución desigual de la tierra, el acceso limitado al capital y la tecnología, la infraestructura pública inadecuada, como carreteras, los pronósticos meteorológicos a largo plazo y la investigación y extensión inadecuadas. Y con ese contexto la investigación explora las estrategias adaptativas agrícola empleadas por agricultores en varias naciones de África para amortiguar las secuelas del CC.

La revisión de experiencias les lleva a documentar que las estrategias comunes de adaptación agrícola utilizadas por los agricultores fueron el uso de variedades de cultivos resistentes a la sequía, la diversificación de cultivos, las modificaciones en el patrón de cultivo y el calendario de siembra, la preservación de la humedad de la tierra a través de procedimientos de labranza apropiados, la mejora de la eficiencia del riego y la forestación y la agrosilvicultura. Además, incorporan a su argumentación la necesidad de mejorar y fortalecer el capital humano a través de la educación, los programas de divulgación y los servicios de extensión en todos los estamentos mejorará el potencial de adaptación al impacto del CC (Akinagbe, y Irohibe, 2014).

Entre tanto, hay estudios que plantean la evidencia de la señal de CC a partir de la data disponible en los sistemas meteorológicos y que permite hacer diagnósticos a gran escala como el caso del trabajo de Osborne y Wheeler, (2013). En su trabajo los autores emplearon información de la FAO sobre el rendimiento de los principales cultivos en el mundo, arroz, maíz y trigo, para el periodo de 1961-2010. Para cada cultivo examinaron los 10 países productores más grandes en los años 2000, con excepción de la extinta Unión Soviética.

Además de lo anterior obtuvieron información climática de la Unidad de Investigación Climática de la Universidad Anglia, empleando los valores de temperatura superficial media mensual y la precipitación a una resolución espacial sobre la tierra de 0.5° para los años de 1901-2009. Para determinar los cambios en la variabilidad del rendimiento a lo largo del tiempo, se calcularon las varianzas tanto para los residuos de rendimiento de la tendencia cuadrática como para las primeras diferencias utilizando una ventana de 23 años. La elección de la duración de la ventana de ejecución fue un compromiso entre un tamaño de muestra lo suficientemente grande para el cálculo de estadísticas sólidas y proporcionar suficientes puntos de datos para detectar cambios a lo largo del tiempo. Para examinar la sensibilidad de los resultados a la elección de 23 años, se repitió el análisis con dos períodos de tiempo más cortos (Osborne y Wheeler, 2013).

Para examinar si las variaciones en el rendimiento de los cultivos estaban relacionadas con las variaciones en el clima, realizaron una regresión lineal múltiple para cada combinación de cultivo y país con el rendimiento en primera diferencia como variable dependiente y la precipitación y la temperatura en primera diferencia como variables independientes. Las primeras diferencias de rendimiento y precipitación se calcularon como cambios porcentuales de un año a otro, mientras que las diferencias de temperaturas fueron absolutas.

Los resultados de esta investigación dan cuenta que para la mayor parte de las combinaciones de cultivos y países examinadas, la variabilidad del rendimiento de los cultivos no ha aumentado. De hecho, en la mitad de los casos la variabilidad del rendimiento ha disminuido. No se intentó la atribución directa de los impulsores del cambio en la variabilidad, como en estudios previos. Sin embargo, por primera vez, se elucidó el papel potencial de la variabilidad climática. Se demostró que la variación de varios climas de temporada de crecimiento ha cambiado significativamente durante los últimos 50 años. El uso de relaciones empíricas entre el rendimiento de los cultivos y el clima identificó varios países, en particular el maíz en Indonesia y el arroz en la India, donde los cambios significativos en la fluctuación climatológica han llevado a las reducciones observadas en la variabilidad del rendimiento.

Para los demás casos se comprobó que el clima no ha contribuido (Osborne y Wheeler, 2013). Estos resultados consideran pertinente más investigación sobre cultivos específicos dentro de las distintas naciones, considerando variables con potencial de afectación del rendimiento de los cultivos como la tecnología, las capacidades adaptativas las temporadas de siembra, entre otros.

Como última propuesta en esta revisión de estudios sobre sobre CC y agricultura se presenta el trabajo realizado por Núñez *et al.* (2018) quienes realizan una propuesta de indicadores de impacto del CC a la agricultura familiar de la región andina en Colombia. Para este trabajo se parte del hecho de que en la región predomina la agricultura familiar y es vulnerable ante los efectos de CC, por lo que

consideran urgente construir modelos de evaluación que respondan a los requerimientos.

La propuesta adapta el modelo de Presión Estado Respuesta (PER) a la problemática de la agricultura familiar andina de Colombia ante el CC, considerando la Presión como el impacto humano y del clima sobre el entorno; el Estado como los efectos del CC sobre las diferentes dimensiones del entorno; y la Respuesta como las acciones de agricultores y gobierno enfocadas en la mitigación y la adaptación al CC (Núñez *et al.*, 2018).

Cuadro 9. Modelo PER, adaptado a la agricultura familiar andina

	Indicadores
Presión	Temperatura
	Precipitación
	Suelos
	Agua
	Biodiversidad
	Áreas de cultivos
	Sistemas pecuarios
	Infraestructura y servicios
	Viviendas
Estado	Migración de cultivos y de animales de interés pecuario.
	Variación en los rendimientos.
	Disminución en ingresos económicos
	Ataques de plagas y enfermedades
	Sequias prolongadas e intensas.
	Inundaciones y daños por lluvias extremas.
	Epidemias y afectaciones a higiene y confort familiar
	Cambios en biodiversidad local.
	Riesgos en la seguridad alimentaria.
	Nuevas oportunidades de agronegocios.
Respuesta	Buenas prácticas de mitigación.
	Buenas prácticas de adaptación.
	Saberes campesinos sostenibles.
	Acciones comunitarias.
	Políticas, programas y proyectos institucionales.
	Fondos para el financiamiento de proyectos.

Fuente: Elaboración propia con base en Núñez *et al.* (2018)

4.3.3 Propuestas metodológicas para la Identificación de la señal de cambio climático

Los estudios sobre la evidencia de CC se sitúan a diferentes escalas y con un amplio y diverso instrumental metodológico. De las metodologías que comenzaron a

aportar evidencia sobre las condiciones cambiantes en la atmosfera son las que se relacionan con el monitoreo de los principales gases de efecto invernadero (GEI) como el CO₂, óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), ozono (O₃) y clorofluorocarbonos (CFC).

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), a través de su división de meteorología, la Organización Meteorológica Mundial, (WMO, por sus siglas en inglés) ha realizado múltiples estudios sobre el impacto del CO₂ en la atmósfera. Pese a que tales estudios comienzan en el año de 1951, ha sido hasta principios. No obstante que tales estudios comenzaron en 1951, es a partir de la década de los setentas, que la comunidad internacional dirige su atención a este tema.

A partir de la difusión de la información relacionada con las secuelas de la actividad humana, en términos de afectaciones al medio ambiente y específicamente sobre el fenómeno del CC, es que en 1979 se llevó a cabo la primera Conferencia del Clima Mundial, la cual tuvo por objetivo revisar los conocimientos existentes sobre el cambio y/o variabilidad climática debido a razones antropogénicas y naturales, así como evaluar las posibles modificaciones futuras y las implicaciones que éstas tendrían en las actividades humanas (Avalos, 2004).

A partir de las mediciones de GEI se han planteado escenarios que permiten visualizar las consecuencias tomando acciones y sin éstas. En este sentido, para ALC, se han detectado tendencias y cambios significativos en las pautas de precipitación y temperatura; desde 1960 y a manera de ejemplo, la temperatura ha aumentado 0,1 °C cada diez años, con más días calurosos y menos días fríos. Los modelos climatológicos para el subcontinente latinoamericano muestran que, bajo los escenarios más optimistas en términos de emisiones, se espera que el incremento promedio en la temperatura sea aproximadamente de un 1°C para 2100, en relación con el período 1986-2005 para la totalidad de las subregiones analizadas. (ONU, 2014).

De acuerdo a estos datos, también se tiene previstas modificaciones importantes en las precipitaciones; por ejemplo, para Centroamérica se prevé una variación de entre -22 y 7%. De igual manera, pese a la heterogeneidad de las variaciones en el

subcontinente, se prevé una reducción del 22% en el noreste del Brasil y un incremento del 25% en la zona suroriental de América del Sur (*Ibíd.*).

Además de lo anterior, estos procedimientos metodológicos muestran que ALC también se ve afectada por varios fenómenos climáticos, incluyendo la zona de convergencia tropical, los sistemas monzónicos del norte y del sur del continente, la anomalía climatológica conocida como El Niño/Oscilación Austral, la Oscilación del Atlántico y los huracanes tropicales. Los efectos de estos fenómenos climatológicos en el clima subregional son relevantes y pueden llegar a tener un impacto significativo en las proyecciones climáticas futuras. Esto es particularmente cierto en el caso del citado fenómeno del Niño, en términos de la modalidad preponderante de fluctuación anual presente en el Océano Pacífico en su vertiente tropical, así como al incremento de la humedad actual, siendo igualmente probable que la fluctuación vinculada a esta anomalía climática aumente en el futuro (ONU, 2014).

Entre las conclusiones de los modelos climáticos que se han realizado en la región se destaca que las consecuencias son heterogéneas, sin embargo, se tienen identificados algunos impactos esperados asociados con diversos factores climáticos, en términos de agricultura, agua, biodiversidad y bosques, salud, turismo y pobreza. Todo esto se resume en el siguiente cuadro (Cuadro 10).

Cuadro 10. Impactos potenciales y riesgos del cambio climático en América Latina

Impactos	Riesgos clave	Factores climáticos
Agricultura	Disminución de la producción y calidad de los alimentos, ingresos más altos y alza de los precios.	Temperaturas extremas. Precipitación extrema. Concentración de CO ₂ . Precipitación.
Agua	Disponibilidad de agua en regiones semiáridas y dependientes del derretimiento de los glaciares, e inundaciones en áreas urbanas relacionadas con precipitación extrema.	Tendencia al aumento de la temperatura. Tendencia a la sequía. Cubierta de nieve.

Cuadro 10. Impactos potenciales y riesgos del cambio climático en América Latina

Impactos	Riesgos clave	Factores climáticos
Biodiversidad y bosques	Modificación del cambio de uso de suelo, desaparición de bosques, decoloración de los corales y biodiversidad y pérdida de servicios ecosistémicos.	Aumento de la deforestación. Concentración de CO ₂ . Tendencia al aumento de la temperatura. Acidificación de los océanos.
Salud	Propagación de enfermedades transmitidas por vectores en altitud y latitud.	Temperaturas extremas. Precipitación extrema. Precipitación. Tendencia al aumento de la temperatura.
Turismo	Perdida de infraestructura, alza del nivel de mar y fenómenos extremos en zonas costeras.	Tendencia al aumento de la temperatura. Temperaturas extremas. Alza del nivel de mar.
Pobreza	Disminución del ingreso, principalmente agrícola, de la población vulnerable y aumento de la desigualdad en los ingresos.	Temperaturas extremas. Precipitación. Tendencia a la sequía.

Fuente: IPCC (2014).

En tanto, el Banco Mundial (BM), empleando un *software* llamado *earth simulator*, ha realizado estudios de escenarios climáticos para países como México, Colombia, Perú y Ecuador. En México, este aporte ha servido para promover el desarrollo de otros estudios con modelos regionales. En Colombia, las conclusiones se incluirán en la segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y apoyarán las estrategias de adaptación en las regiones montañosas y las zonas costeras. Para la región andina, los resultados ofrecen una información más específica sobre las consecuencias del CC en los glaciares, lo que permitirá identificar y formular las decisiones adaptativas pertinentes (Samaniego, 2009).

Sobre ello Samaniego (2009), refiere que hay información histórica más detallada sobre los efectos de las fluctuaciones climatológicas en el sector primario de la economía, particularmente en el sector agrícola. Por ejemplo, se sabe que el aumento de las precipitaciones en el período 1960-2000 se tradujo en un incremento

de la productividad de los cultivos de maíz en el sur del Brasil (12%), el Uruguay (49%), la pampa húmeda argentina (26%) y la pampa semiárida argentina (41%), así como un rendimiento mayor de los pastizales en el Uruguay (7%). Por otra parte, debido al incremento de las temperaturas se redujo la productividad de los sembradíos de trigo en el sur del Brasil (6%) y la pampa húmeda de Argentina (3%), pero aumentó en el Uruguay (3%) y en la pampa semiárida argentina (24%).

También del análisis de escenarios de CC se han obtenido resultados que sugieren que el clima de México será más seco y más caliente, y que varias cuencas hidrológicas en la región del centro de México serán altamente vulnerables a estos cambios (Hernández y Valdez, 2004).

Desde otra perspectiva, pero con el mismo objetivo, los estudios geológicos aportan evidencia sobre la variabilidad climática durante las etapas geológicas anteriores y conocer su impacto en distintos ecosistemas, así como ponderar la huella de la actividad humana en las condiciones del planeta y diferenciarlo de la propia variabilidad natural. En este sentido, cobran particular relevancia los trabajos que emplean como fuente de información los datos paleoclimáticos, análisis de sedimentos en el fondo de lagos. (Sosa-Nájera *et al.*, 2010).

Entre los resultados destacan que desde la existencia del planeta han ocurridos cambios, siendo el más significativo el generado a partir de la generación de oxígeno derivado del proceso de fotosíntesis. Los cambios inciden en todos los ecosistemas y por tanto las diferentes formas de vida y son cíclicos a lo largo de historia del planeta, por lo que son anticipadas sus consecuencias (Rivera-Olmos *et al.*, 2011). Además de la influencia de los factores propios de las condiciones físicas del planeta, en el CC, la evidencia geológica también apunta a la existencia del calentamiento global antropogénico que podría causar la expansión de las tierras secas y por tanto desencadenar desafíos socioeconómicos sobre todo en regiones subtropicales deficitarias en agua (Roy *et al.*, 2019).

Por otro lado, existen metodologías enfocadas en territorios específicos y que se alimentan de la información meteorológica generada a partir de las estaciones distribuidas en el planeta. Una de estas es la que propone el Grupo de Expertos en

Detección e Índices de Cambio Climático (ETCCDI, por sus siglas en inglés), la cual se basa en 27 indicadores para analizar los eventos climáticos extremos, dado que éstos tienen un impacto profundo en la naturaleza y la sociedad (Zhang, 2020).

Esta metodología requiere datos de generación diaria lo cual representa un desafío para los organismos meteorológicos nacionales ya que es una tarea difícil, generar y poner a disposición la data requerida para analizar las condiciones cambiantes del clima en determinados lugares.

Los indicadores se basan en valores de temperatura y precipitación diaria, algunos se basan en rangos fijos que son relevantes para aplicaciones particulares. En estos casos, los rangos son los mismos para todas las estaciones. Otros índices se basan en rangos que varían de un lugar a otro. En estos casos se definen típicamente como un percentil de la serie de datos relevante (Zhang, 2020). En el siguiente cuadro, se sintetizan los 27 indicadores básicos para analizar las condiciones del cambio climático en territorios específicos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Definición de los 27 indicadores básicos de ETCCDI

#	Indicador	Nomenclatura	Definición
1	Número de días de helada	FD	Conteo anual de días en que TN (temperatura mínima diaria) < 0°C
2	Número de días de verano	SU	Recuento anual de días en los que TX (temperatura máxima diaria) > 25°C.
3	Número de días de formación de hielo	ID	Recuento anual de días en los que TX (temperatura máxima diaria) < 0°C.
4	Número de noches tropicales	TR	Conteo anual de días cuando TN (temperatura mínima diaria) > 20°C.
5	Duración de la temporada de crecimiento	GSL	Anual (del 1 de enero al 31 de diciembre en el hemisferio norte (NH), del 1 de julio al 30 de junio en el hemisferio sur (SH)) conteo entre el primer lapso de al menos 6 días con temperatura media diaria TG>5°C y el primer lapso posterior al 1 de julio (1 de enero en SH) de 6 días con TG<5°C.
6	Valor máximo mensual de la temperatura máxima diaria	TX _x	Sean TX _x las temperaturas máximas diarias en el mes k, periodo j. La temperatura máxima diaria de cada mes es entonces: $TX_{xkj} = \max(TX_{xkj})$
7	Valor máximo mensual de la temperatura mínima diaria	TN _x	Sean TN _x las temperaturas mínimas diarias en el mes k, periodo j. $TN_{xkj} = \max(TN_{xkj})$

#	Indicador	Nomenclatura	Definición
8	Valor mínimo mensual de la temperatura máxima diaria	TX_n	Sean TX_n las temperaturas máximas diarias en el mes k, periodo j. $TX_{nk} = \min(TX_{nkj})$
9	Valor mínimo mensual de la temperatura mínima diaria	TN_n	Sean TN_n las temperaturas mínimas diarias en el mes k, periodo j. $TN_{nk} = \min(TN_{nkj})$
10	Porcentaje de días en que $TN <$ percentil 10:	TN10p	Sea TN_{ij} la temperatura mínima diaria del día i en el período j y sea TN_{in10} el percentil 10 del día calendario centrado en una ventana de 5 días para el período base 1961-1990. $TN_{ij} < TN_{in10}$
11	Porcentaje de días en que $TX <$ percentil 10	TX10p	Sea TX_{ij} la temperatura máxima diaria del día i en el período j y sea TX_{in10} el percentil 10 del día calendario centrado en una ventana de 5 días para el período base 1961-1990. $TX_{ij} < TX_{in10}$
12	Porcentaje de días en que $TN >$ percentil 90	TN90p	Sea TN_{ij} la temperatura mínima diaria del día i en el período j y sea TN_{in90} el percentil 90 del día calendario centrado en una ventana de 5 días para el período base 1961-1990. $TN_{ij} > TN_{in90}$
13	Porcentaje de días en que $TX >$ percentil 90	TX90p	Sea TX_{ij} la temperatura máxima diaria del día i en el período j y sea TX_{in90} el percentil 90 del día calendario centrado en una ventana de 5 días para el período base 1961-1990. $TX_{ij} > TX_{in90}$
14	Índice de duración de períodos cálidos	WSDI	Recuento anual de días con al menos 6 días consecutivos cuando $TX >$ percentil 90: $TX_{ij} > TX_{in90}$
15	Índice de duración de la ola de frío	CSDI	Recuento anual de días con al menos 6 días consecutivos cuando $TN <$ percentil 10. $TN_{ij} < TN_{in10}$
16	Rango de temperatura diaria	DTR	Diferencia media mensual entre TX y TN. Sean TX_{ij} y TN_{ij} la temperatura máxima y mínima diaria respectivamente en el día i en el periodo j. $DTR_j = \frac{\sum_{i=1}^I (Tx_{ij} - Tn_{ij})}{I}$
17	Precipitación máxima mensual de 1 día	Rx1day	Sea RR_{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $Rx1day_j = \max(RR_{ij})$
18	Precipitación máxima mensual consecutiva de 5 días	Rx5day	Sea RR_{kj} la cantidad de precipitación para el intervalo de 5 días que termina en k, período j. Entonces los valores máximos de 5 días para el período j son: $Rx5day_j = \max(RR_{kj})$
19	Índice de intensidad de precipitación simple	SDII	Sea RR_{wj} la cantidad de precipitación diaria en días húmedos, w ($RR \geq 1$ mm) en el período j. Si W representa el número de días húmedos en j, entonces:

#	Indicador	Nomenclatura	Definición
			$SDII_j = \frac{\sum_{W=l}^W RR_{wj}}{W}$
20	Conteo anual de días cuando PRCP ≥ 10mm	R10mm	Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $RR_{ij} \geq 10mm$
21	Conteo anual de días cuando PRCP ≥ 20mm	R20mm	Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $RR_{ij} \geq 20mm$
22	Conteo anual de días cuando PRCP ≥ nnmm (nn es un umbral definido por el usuario)	Rnnmm	Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $RR_{ij} \geq nnmm$
23	Duración máxima de la sequía	CDD	número máximo de días consecutivos con RR < 1 mm: Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $RR_{ij} < 1mm$
24	Duración máxima de la racha húmeda	CWD	número máximo de días consecutivos con RR ≥ 1 mm: Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. $RR_{ij} \geq 1mm$
25	PRCP total anual cuando RR > 95p	R95pTOT	Sea RR _{wj} la cantidad de precipitación diaria en un día húmedo w (RR ≥ 1,0 mm) en el período i y sea RR _{wn95} el percentil 95 de la precipitación en días húmedos en el período 1961-1990. Si W representa el número de días húmedos en el período, entonces: $R95p_j = \sum_{W=1}^W RR_{wj} \text{ donde } RR_{wj} > RR_{wn95}$
26	PRCP total anual cuando RR > 99p	R99pTOT	Sea RR _{wj} la cantidad de precipitación diaria en un día húmedo w (RR ≥ 1,0 mm) en el período i y sea RR _{wn99} el percentil 99 de la precipitación en días húmedos en el período 1961-1990. Si W representa el número de días húmedos en el período, entonces: $R99p_j = \sum_{w=1}^W RR_{wj} \text{ donde } RR_{wj} > RR_{wn}$
27	Precipitación total anual en días húmedos	PRCPTOT	Sea RR _{ij} la cantidad de precipitación diaria en el día i en el período j. Si I representa el número de días en j. $PRCPTOT_j = \sum_{i=1}^I RR_{ij}$

Fuente: Elaboración propia con base en Zhang (2020).

Los indicadores anteriores pueden ser operacionalizados con ayuda de programas que permiten manejar grandes bases de datos. Para la revisión de la homogeneización de datos, uno de ellos es el RhtestsV4 el cual permite detectar y ajustar múltiples puntos de cambio que podría existir en una serie de datos. El *software* se basa en la prueba *t* máxima penalizada (Wang *et al.*, 2007) y la prueba *F* máxima penalizada (Wang 2008), que están integradas en un algoritmo de prueba recursivo (Wang 2008), con la autocorrelación lag-1 (si existe) de la serie temporal que se tiene en cuenta empíricamente.

Para calcular los indicadores enlistados en el cuadro anterior se desarrolló el *software* RClimDex, el cual proporciona una interfaz gráfica de usuario amigable para calcular los 27 índices básicos. También lleva a cabo un control de calidad simple en los datos diarios de entrada. Ha sido desarrollado y mantenido por Xuebin Zhang y Yang Feng en “*Environment*” Canadá”. El *software* se utilizó por primera vez en el Taller de Sudáfrica en Ciudad del Cabo, Sudáfrica, en junio de 2004 y se ha utilizado en otros talleres de ET.

También existe el FClimDex que es un programa FORTRAN que realiza el control de calidad de los datos y calcula todos los índices, y el ClimDex, que es un programa más antiguo basado en Microsoft Excel y que fue desarrollado por Byron Gleason, del Centro Nacional de Datos Climáticos de EE. UU (*Ibíd*).

Finalmente, en el mismo esfuerzo por desarrollar herramientas que faciliten el análisis de grandes cantidades de datos climatológicos y empleando también información diaria, Bautista *et al.* (2020), desarrollan el *software* Clic-MD. Este programa permite entre otras cosas, el análisis de la evapotranspiración y de diferentes índices agroclimáticos y emplea información de las estaciones meteorológicas, así como de la base de datos mundial de clima ERICK III.

El programa incluye diversas pruebas estadísticas para la validación de datos, entre la que destacan las pruebas de homogeneización de Kolmogorov-Smirnov así como una batería de indicadores agroclimáticos que incluye la LPC y el índice de humedad (HUI). Aunado a lo anterior, se destaca la herramienta para identificar tendencias de fluctuaciones por año y por mes de las temperaturas mínima, media

y mínima, así como de la precipitación, empleando la prueba de Mann Kendall (MK-T), la cual es una prueba de estadística no paramétrica ya que los datos climáticos muestran una distribución de tipo “no normal” (Bautista *et al.*, 2020).

En este sentido y con base al propósito del presente apartado, la identificación de tendencia de CC puede ser interpretada como una señal identificable a escalas territoriales regionales y locales. Cabe mencionar que esta última herramienta es la que se emplea en esta tesis para operacionalizar la variable CC y misma que será expuesta con mayor detalle en el apartado metodológico.

4.4 HACIA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS CAPACIDADES ADAPTATIVAS DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DESDE LA PERSPECTIVA DEL DESARROLLO REGIONAL ANTE EL CONTEXTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Para cerrar estos capítulos conceptuales se considera necesario puntualizar la relación teórica que guardan los principales términos que guían esta investigación. Se parte de que el DR es un enunciado compuesto, por un lado, por la subdisciplina económica de la economía del desarrollo (Hirschman, 1986) y por otro, por la dimensión territorial de diversos procesos para aumentar la calidad de vida de la gente (Boisier, 1999).

De manera que el concepto de DR, además de la dimensión económica, involucra otras como la ambiental, cultural, política, espiritual, entre otras. Los procesos de DR tienen lugar en espacios que comparten por lo menos una característica común, es decir, espacios urbanos, rurales, industriales, de servicios, agrícolas, con colindancia geográfica, política o incluso con características comunes que pueden estar separadas geográficamente (Coraggio, 1987; Pradilla, 1984).

En función de lo anteriormente expuesto, es que para el presente trabajo de investigación, se considera al DR como la base teórica pertinente para estudiar el tema de la actividad productiva en el sector agrícola, dado que esta actividad se ha realizado en el territorio que hoy ocupa México desde hace aproximadamente 10 mil años (CONABIO, 2020), con características regionales, geográficas y organizativas que han permitido que a la fecha existan variedades de cultivos, especialmente maíz adaptado a cualquier zona del país donde existan

asentamientos humanos, al grado que este cultivo se convirtió en la base de la alimentación de la población en México.

Al día de hoy, se puede considerar que la producción alimenticia en el mundo enfrenta lógicas contradictorias; por un lado, se encuentran los que, a partir del aumento de la población justifican el nuevo acaparamiento de tierras, la producción alimenticia de forma intensiva empleando paquetes tecnológicos que van desde la elaboración de semillas patentadas y genéticamente modificadas hasta el empleo de fertilizantes químicos y plaguicidas que esterilizan suelos, generan dependencia y vulnerabilidad de los productores, así como impactos negativos en la salud humana, el medio ambiente y el ecosistema inmediato (Riechmann, 2002).

Por otro lado, y pese a que este esquema productivista cada día gana más terreno ya que compite en el mercado con subsidios (Lassaletta y Rovira, 2005) que favorecen las economías de escala y tienen precios bajos, aún sobreviven unidades productivas que operan bajo una lógica distinta, que reproducen las semillas nativas con prácticas menos agresivas al entorno natural y mejor distribución de los beneficios en sus territorios. No obstante que la mayoría de estas unidades son consideradas bancos de semillas *in situ*, depósitos de conocimientos etnoclimáticos (López, 2015), y oferta alimenticia para una parte importante de la población, son fuertemente golpeadas por las políticas en favor de alimentos baratos y en décadas recientes por el fenómeno del CC (Viñas, 2012; Kimbrell, 1998).

En este sentido, ante el contexto del CC, y con base en los datos (SIAP, 2018) se ha observado que el comportamiento de la variabilidad en la producción de los campesinos temporaleros de maíz en Michoacán es diferenciado, es decir, existen municipios con alta variación y otros con baja variación, lo que permite suponer, en este último caso que son menos vulnerables. Es a partir de este razonamiento que se ha planteado identificar y operacionalizar las principales variables que repercuten en el despliegue de capacidades adaptativas municipales de la producción agrícola de la RC. Y es por lo tanto, a partir de esta lógica de argumentación y en la medida que se identifiquen las dimensiones de las capacidades adaptativas municipales de

la actividad en el campo, se tendrán elementos para incidir en los procesos de DR de estas entidades unitarias de producción en el marco del CC.

CAPÍTULO V.-

MARCO METODOLÓGICO

El capítulo que inicia tiene por objetivo describir los elementos metodológicos en los que se sustenta la investigación. En la primera parte se describen las generalidades del método, el alcance y el enfoque. En la segunda parte se detallan las variables, sus componentes y sus respectivos referentes en la literatura similar.

5.1 ELEMENTOS METODOLÓGICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LOS INDICADORES

A partir de los objetivos y la hipótesis planteada se han identificado dos variables principales que guiarán la investigación: i) CC y ii) capacidades adaptativas. Para la primera variable, que tiene el carácter de variable interviniente³ la fuente de información empleada será secundaria contenida en los sitios oficiales de la Comisión Nacional de Agua (CNA); por su parte, la segunda variable, variable independiente, será operacionalizada a partir de la información contenida en fuentes secundarias disponible en dependencias oficiales como la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y la Actualización del Marco Censal Agropecuario 2016 disponible en el INEGI. Se tiene contemplado emplear metodología cuantitativa.

5.1.1 Señal de cambio climático

Para el logro del primer objetivo se ha considerado en una etapa inicial demostrar la señal de CC o la tendencia de CC. Para ello se ha estimado pertinente emplear en un primer momento el análisis de series de tiempo para identificar cambios en variables agroclimáticas. Esto también en función del tipo de información que se obtenga de las estaciones meteorológicas ya que pueden emplearse incluso con datos discontinuos (Bautista *et al.*, 2011).

En el análisis de series de tiempo se considera como primera herramienta el coeficiente de correlación, expresado entre valores de -1 a 1 y que es utilizado para medir el grado de relación lineal entre dos variables , siendo el signo el indicador del tipo de la pendiente; es decir, un valor negativo hace referencia a que ambas variables se modifican en sentido contrario, o lo que es lo mismo, una relación inversa, mientras que un valor positivo representa que las variables van en el mismo sentido. De acuerdo a su cercanía a la unidad es el grado de correlación existente entre las variables (*Ibíd.*).

Como segunda herramienta a emplear para la detección de la tendencia de cambio climático es el Coeficiente de correlación de Mann-Kendall (MK), el cual se

³ Este tipo de variables teóricamente afectan a la variable dependiente pero no pueden manipularse (Buendía, *et al.*, 2001).

encuentra entre las pruebas de estadística no paramétricas, esto debido a que se emplean datos de distribución libre (Gómez *et al.*, 2003) o no normal (Bautista *et al.*, 2011). Esta herramienta ayuda a identificar tendencias de cambio no lineales de una serie de datos para intervalos iguales de tiempo.

La prueba compara el dato más reciente con los anteriores, el valor entre más cercano a 1 indica que la concentración de datos más reciente es más grande, caso contrario si el valor es -1. La puntuación de la serie de datos en la estadística de MK, la cual es comparada con un valor crítico con el fin de comprobar la existencia de alguna tendencia (Bautista *et al.*, 2011).

El análisis de MK se realiza de acuerdo a lo siguiente (*Ibíd.*):

1.- Los pares de datos $n (x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots (x_n, y_n)$ son indexados de acuerdo a la magnitud del valor de x , tal que $x_1 \leq x_2 \leq \dots x_n$ y y_i es el valor de la variable dependiente que corresponde a x_i .

2.- Al examinar todos los $n (n-1 \text{ pares}) / 2$ ordenada de valores y_i . Sea P el número de casos en $y_i > y_j (i > j)$, y sea M el número de casos en lo $y_i < y_j (i > j)$.

3.- Por definir las estadísticas de prueba $S = P - M$.

4.- Para $n > 10$, se realiza la prueba utilizando una aproximación normal. La estadística de las pruebas estandarizadas Z se calcula de la siguiente manera:

$$Z = \begin{cases} \frac{S - 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S + 1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases}$$

$$\text{Var}(S) = n(n-1)(2n+5)/18$$

La hipótesis nula se rechaza al punto de significación α si $|Z| > Z(1 - \alpha)/2$, donde $Z(1 - \alpha)/2$ es el valor de la distribución normal estándar con una probabilidad de

superación de $\alpha/2$. Entonces si $\alpha= 0.05$ la hipótesis nula se rechaza debido a $|Z| > 1.96$. El coeficiente de correlación τ de MK se define como:

$$\tau = \frac{S}{\frac{n(n-1)}{2}}$$

La lectura del indicador es similar a otros coeficientes de correlación en los que el signo hace referencia al tipo de relación (inversa o directa) y el valor absoluto al grado de dicha relación. Dado que la prueba se utiliza en filas de datos, ésta puede aplicarse, aunque no se tengan algunos datos. Esto facilita su aplicación en la climatología ya que cuando se presenta esta situación se realiza una corrección en la fórmula de la varianza (S), en la cual los valores faltantes se agrupan empleando la siguiente fórmula (*Ibíd.*):

$$Var(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i i(i-1)(2i+)}{18}$$

Donde t_i , es el número de vínculos de extensión i .

La prueba no puede ser aplicada cuando existen múltiples umbrales de rechazo de la hipótesis nula en el conjunto de datos ya que los valores no pueden ser clasificados de forma ambigua (Hirsch *et al.*, 1993 en Bautista *et al.*, 2011).

En este caso las particularidades de la prueba de MK son (*Ibíd.*):

- i. La prueba no tiene en cuenta la magnitud de los datos;
- ii. Es menos sensible a los datos extremos;
- iii. No tiene en cuenta la variación temporal en los datos de tal manera que no podemos obtener la magnitud de la tendencia; y
- iv. Los datos deben estar libres de estacionalidad.

Un resultado de no tendencia no equivale a una serie de datos estable, equivale a una tendencia no detectada con esta prueba. Un resultado de tendencia de disminución o aumento de la prueba MK es una conclusión más sólida que la no tendencia. A menos datos disponibles, es menos confiable el resultado de la prueba de MK. Si $Z > 1.96$ entonces hay significancia estadística para las series de datos;

es decir, hay tendencia. Un valor positivo de Z indica una tendencia ascendente; un valor negativo indica una tendencia descendente en la serie de datos (*Ibíd*).

5.1.2 Construcción de indicadores de vulnerabilidad municipal agrícola

Un indicador es una herramienta que muestra indicios o señales de una situación, actividad o resultado (Coneval, 2013). Los indicadores pueden proporcionar información cuantitativa o cualitativa relevante precisa y sin ambigüedad que permita acercarse al entendimiento de un fenómeno, en el caso de la presente investigación, se trata de un fenómeno derivado de la conducta humana y su interacción con el entorno natural.

La construcción de indicadores simples se considera pertinente a partir de la información que se dispone en las instancias oficiales como es la más reciente AMCA, publicada en el año 2016 (INEGI, 2016) así como en las herramientas que proporciona la SADER, el SIAP y el SIACON. Es importante mencionar que, dado que la escala más pequeña en la que se presenta la información en ambas fuentes es municipal, se procede a construir indicadores en la misma escala.

Pese a lo anterior, INEGI (2021) reporta que en términos metodológicos, la información fue levantada considerando como unidad de análisis el “Terreno”, definido como la superficie continua de tierra, con límites reconocidos por el productor, perteneciente a un solo régimen de tenencia y un mismo tipo de derechos. Para fines de las estadísticas agropecuarias, terreno, predio, parcela, lote y predio rústico se consideran como sinónimos. Por su parte en las situaciones en las que se identificaron predios agrarios de uso común trabajados por diferentes productores se consideró “Terreno” la parte que cada uno de maneje o tenga bajo su responsabilidad, aun cuando no sea posible definir con precisión los límites.

5.1.2.1 Índice de superficie agrícola regional

Este indicador se justifica empleando el argumento de la Ley de los rendimientos de escala que refiere que en la medida que aumenten todos los factores productivos que se involucran en una empresa, el producto crece, encuentra un máximo y al

final decrece. Entonces siempre que uno de los factores permanezca constante invariablemente se llegará a rendimientos decrecientes (Ávila, 2004).

Y paralelo a esto, el aumento de la productividad baja los costos, esto recibe el nombre de economías de escala. En el caso de la presente investigación el factor fijo es el tamaño de tierra, por lo que productores con menor tamaño de tierra encontrarán el punto de rendimientos decrecientes más rápido, así como la imposibilidad de aprovechar las economías de escala (Macías, 2013).

Con base en esta idea se construye el indicador de superficie agrícola regional que considera el peso relativo de la superficie agrícola de la región multiplicado por el peso del promedio de tamaño de los terrenos (ha). Para ello primero se obtiene el tamaño relativo de la superficie agrícola municipal respecto al total regional; posterior a ello se estima el tamaño promedio de las parcelas dividiendo la superficie total entre el número de terrenos; luego se estima el tamaño relativo de las parcelas municipales respecto al de la región; luego de la multiplicación del porcentaje de la superficie agrícola municipal y el porcentaje de tamaño de parcela promedio, el resultado es restado a 1 para que el indicador adquiera valores de entre 0 y 1, estableciendo que en la medida que se acerque a 1 el territorio agropecuario municipal será más vulnerable respecto a la región.

5.1.2.2 Índice de propiedad comunal

En el entendido de que la propiedad comunal supone reglamentos consensuados y normas que regulan el acceso individual y su aprovechamiento, es decir instituciones locales sólidas que abonen a un esquema de gobernanza (Castro *et al.*, 2012) que reduzca la vulnerabilidad es que plantea éste indicador.

Su cálculo consiste en estimar el porcentaje de terrenos municipales que se encuentran bajo el régimen de tierra de propiedad comunal. El resultado se resta a 1 a fin de que tenga sentido positivo, es decir entre más cercano a 1 representa mayor vulnerabilidad.

5.1.2.3 índice de definición de derechos sobre la tierra

Las personas que se dedican a la agricultura o al sector pecuario en el mundo enfrentan, de primera mano problemas técnico- institucionales y de mercado paralelos a los desafíos que plantea el medio ambiente, específicamente el CC. Muchos productores se ven orillados a emplear prácticas insostenibles e ilícitas, entre otras cosas por la pobreza, la falta de incentivos en la inseguridad en la definición de los derechos de la tierra (FAO, 2011).

En función del último aspecto es que se plantea el indicador sobre la definición de los derechos de la tierra asumiendo el supuesto de que entre mejor definida se encuentre ésta, menos vulnerabilidad habrá. La AMCA registra diferentes figuras jurídicas al respecto de la tenencia sobre los terrenos, éstas van de i) propia, ii) Rentada, iii) A medias o en aparcería, iv) prestada, v) concesión, vi) posesión y vii) no especificado (INEGI, 2016).

En su metodología (INEGI, 2016), define estas figuras de la siguiente manera:

- i. **Superficie propia** o suya. Área que es propiedad del productor y que es amparada mediante una escritura o un certificado de derechos agrarios.
- ii. **Superficie rentada.** Área que no es propiedad del productor y que es utilizada y aprovechada por éste mediante un pago que hace al propietario, a través de un acuerdo o convenio también conocido como alquiler o arrendamiento.
- iii. **Superficie tomada a medias o en aparcería.** Área que no es propiedad del productor y que es manejada y aprovechada por éste, mediante el compromiso de la entrega de una parte de los productos que se obtengan, al propietario o titular de la misma.
- iv. **Superficie prestada.** Área usada o aprovechada por el productor, sin ningún compromiso de pago a cambio y con la aceptación del propietario de la tierra.

- v. **Superficie en concesión.** Área en la que el gobierno (federal, estatal o municipal) facilita su explotación a un productor para su aprovechamiento por un periodo determinado.
- vi. **Superficie en posesión.** Área que no es propiedad del productor, y que sin embargo es utilizada o aprovechada por éste, con la intención manifiesta de generar derechos y, en su momento, reclamar la legítima propiedad de la misma.

En este caso se trata de un indicador ponderado (Heinemann, 2003) que permite asignar mayor valor a la figura de derechos de propiedad más definida (superficie propia con una ponderación de 1) a la figura menos definida (no especificado con ponderación de 0.2857).

Primero se estima el porcentaje de terrenos municipales que se encuentran en cada figura jurídica; posteriormente se multiplica dicho porcentaje por su ponderación: i) propia (1), ii) Rentada (0.8571), iii) A medias o en aparcería (0.7143), iv) prestada (0.5714), v) concesión (0.4286), vi) posesión (0.2857) y vii) no especificado (0.1429); el resultado de este procedimiento se suma y se obtiene un rango de valores de entre 0 y 1, sin embargo, para que el indicador se ajuste a la lógica de entre más cercano a 1 mayor vulnerabilidad, a la unidad se le resta el último valor obtenido.

5.1.2.4 Índice de tamaño de productores

Con el mismo fundamento que en el índice de superficie agrícola, en este caso se asume que los productores medianos y pequeños alcanzan más rápido el punto de rendimientos de decreciente y aprovechan con mayor dificultad las economías de escala, por tanto, entre mayor sea el porcentaje de terrenos de productores pequeños y medianos, existe mayor vulnerabilidad en el municipio.

Cabe mencionar que la AMCA (INEGI, 2016:30) considera a los grandes productores como “empresas o productores con marcados niveles de especialización y tecnificación cuya producción agrícola, ganadera o forestal contribuye en un alto porcentaje a la producción nacional. Para efecto de los eventos

agropecuarios actualmente se considera como grande productor a aquel cuyo valor de su producción es mayor de un millón de pesos”.

Este indicador construye del porcentaje de productores pequeños y medianos, de manera que entre mayor sea este número, es decir, más cercano a 1, mayor será la vulnerabilidad productiva agropecuaria municipal.

5.1.2.5 Índice de tipo de agricultura

La AMCA (INEGI, 2016), considera terrenos principalmente con “agricultura a cielo abierto” y con “agricultura protegida”, en este indicador se considera que la agricultura a cielo abierto es más vulnerable, de manera que su estimación consiste en sumar el porcentaje de terrenos que reportan principalmente agricultura a cielo abierto más el porcentaje de terrenos que se reportan en descanso. De manera que entre mayor sea el dato (más cercano a 1) será más vulnerable la producción agrícola del municipio.

5.1.2.6 Índice de tamaño de parcelas

En concordancia con la lógica empleada en este apartado en lo que se refiere al indicador de superficie agrícola y de tamaño de productores, ahora se presenta la construcción de un indicador que considera los tamaños de parcelas documentados en la AMCA (INEGI, 2016). Es importante señalar que se trata de información referente a terrenos con actividad agrícola y que van de 0 a 2 hectáreas hasta mayores a 20.

Se trata de un indicador ponderado que implica primero el cálculo del porcentaje (valores de 0 a 1) de terrenos de cada municipio que se encuentran en las diferentes categorías, posteriormente cada porcentaje se multiplica por el valor de su ponderación y se suman los resultados obtenidos. Con la finalidad de que el indicador adquiera el mismo sentido de los anteriores, es decir, que entre más cercano a uno hay mayor vulnerabilidad, se resta su valor a 1. Las ponderaciones que se consideran para cada categoría son las siguientes: 0 a 2 ha (0.25), 2 a 5 ha (0.5), 5 a 20 ha (0.75) y > 20 ha (1).

5.1.2.7 Índice de diversificación agrícola municipal

Existe consenso en gran parte de la literatura económica que la diversificación reduce riesgos, para el tema que se trata en la presente investigación, una de las estrategias de adaptación más importantes al CC es la diversificación productiva la cual no solo reduce los riesgos climáticos sino también los de las fluctuaciones de mercado (Craviotti y Palacios, 2013).

En función de lo anterior es que se plantea el presente indicador, el cual tiene por objetivo expresar el grado de diversificación agrícola por municipio, considerando el nivel de dependencia que estos guardan respecto a todos los cultivos registrados en la SADER, esto considerando las variables de *superficie sembrada*, *valor de la producción*.

Para el cálculo de este indicador primero se identifican todos los cultivos que registra por cada municipio la SADER y que se encuentran disponibles en el SIACON al año más reciente (2019). De éstos se considera el valor de la superficie sembrada y se convierten a porcentajes respecto a los totales de cada uno. Se realiza el mismo procedimiento para la producción pecuaria solo con el valor del producto ya que es la información que se puede operacionalizar en términos de unidad de medida (miles de pesos).

A los datos convertidos a porcentajes (entre 0 y 1) por cada municipio se les aplica la desviación estándar poblacional (s). Es importante tener presente que se trata de una medida de dispersión entre valores de una población determinada, de manera que valores muy concentrados, traerán consigo una S mayor que aquel grupo poblacional de valores que se encuentra distribuido más homogéneo su cálculo es resultado de la siguiente fórmula (García, 2009):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

En el caso de la presente investigación, la desviación estándar poblacional indica el grado de concentración de la producción o de dependencia que se tiene en cada municipio respecto a su producción agrícola y pecuaria. De manera que, aunque un

municipio tenga registro de un alto número de productos agropecuarios, lo que sugiere diversidad, si su desviación estándar es amplia, se sabe entonces que la producción se encuentra concentrada en unos cuantos productos por lo tanto se asume mayor vulnerabilidad.

Por lo tanto, el indicador suma las *S* de la *superficie sembrada* de los productos agrícolas registrados en SIACON, con la finalidad de incluir estos rubros primarios en un mismo indicador. Posterior a ello se dividen los datos obtenidos para la RC entre el valor mayor obtenido a fin de que el indicador asuma valores de entre 0 y 1, donde, en la medida que se acerque a “1” habrá mayor vulnerabilidad en términos de diversificación agrícola.

5.1.2.8 Índice general de vulnerabilidad agrícola municipal

El índice general de vulnerabilidad agropecuaria municipal (IGVAM) resulta de la suma de valores del índice de fragmentación, el de propiedad comunal, de derechos sobre la tierra, de tamaño de productores, de tipo de agricultura, de tamaños de parcelas y el de diversificación agrícola. El valor más alto reflejará el municipio de mayor vulnerabilidad, por ello se dividen el resto de los valores entre el valor mayor con el objetivo de obtener la unidad y en esa medida el resto de los valores adopten un rango de valores de entre “0 y 1”.

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

5.2.1 Alcance

Exploratorio. Dado que el tema de las capacidades adaptativas en México y particularmente en Michoacán ha sido poco estudiado, de manera que se requiere identificar las variables importantes al respecto y generar hipótesis para realizar investigaciones futuras.

Descriptivo. En virtud de que se busca exponer las características de las capacidades adaptativas identificadas a nivel teórico y empírico, así como indagar sobre las condiciones sociodemográficas de la población de las comunidades rurales que se dedican a actividades agropecuarias en Michoacán.

Correlacional. Se busca asociar la variable de vulnerabilidad con el IGVAM con el comportamiento de los principales cultivos municipales.

Explicativo. Una vez planteada la relación anterior se expondrán las razones o motivos que ocasionan el resultado obtenido, mostrando como evidencia elementos derivados del estudio que comprueben o rechacen la hipótesis planteada.

5.2.2 Enfoque

Cuantitativo. Dado que para el cumplimiento del objetivo de la investigación se requiere operacionalizar variables cuantitativas con métodos estadísticos, se considera que esta investigación es cuantitativa.

CAPÍTULO VI.-

VULNERABILIDAD

AGRÍCOLA DE LA

REGIÓN CUITZEO.

RESULTADOS

El capítulo que inicia tiene por objetivo presentar los resultados de la investigación obtenidos en función del tratamiento de los datos. Primero se exponen los datos derivados del análisis climático en el que se busca mostrar la evidencia de tendencia de CC en la RC. En la segunda parte se detallan los resultados de los indicadores de vulnerabilidad, en el entendido que lo opuesto a ésta es la capacidad adaptativa.

6.1 ESTIMACIÓN DE LA TENDENCIA DE CC EN LA RC

Para la identificación de las estaciones meteorológicas que se encuentran en la RC se utilizó la Base de Datos Climatológica Nacional (Sistema CLICOM). Este sistema utiliza una base de datos de estaciones climáticas superficiales de México del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). La forma de acceder a esta información que se empleó fue la herramienta desarrollada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada; Baja California (CICESE), la cual permite, entre otras cosas, identificar la clave y la ubicación geográfica, así como el estimado de años de información disponible en dicha estación.

A partir de esta exploración se identificaron 25 estaciones meteorológicas en la RC. Una vez obtenida la información de la clave y georreferencia, se descargó la información diaria de cada estación seleccionada del sitio electrónico del SMN.

Dado que los datos disponibles se encuentran en formato *.txt* hubo que migrarlos y depurarlos al *software* Microsoft Excel a fin de validar que se dispusiera de información diaria para un periodo mínimo de 25 años (Ortega, 2017), en las variables de Precipitación (MM), Evaporación (MM), Temperatura máxima (°C) y Temperatura mínima (°C), de manera que resultaron 18 estaciones que cumplieron con el criterio (Véase cuadro 12).

Cuadro 12. Estaciones meteorológicas seleccionadas Región Cuitzeo.

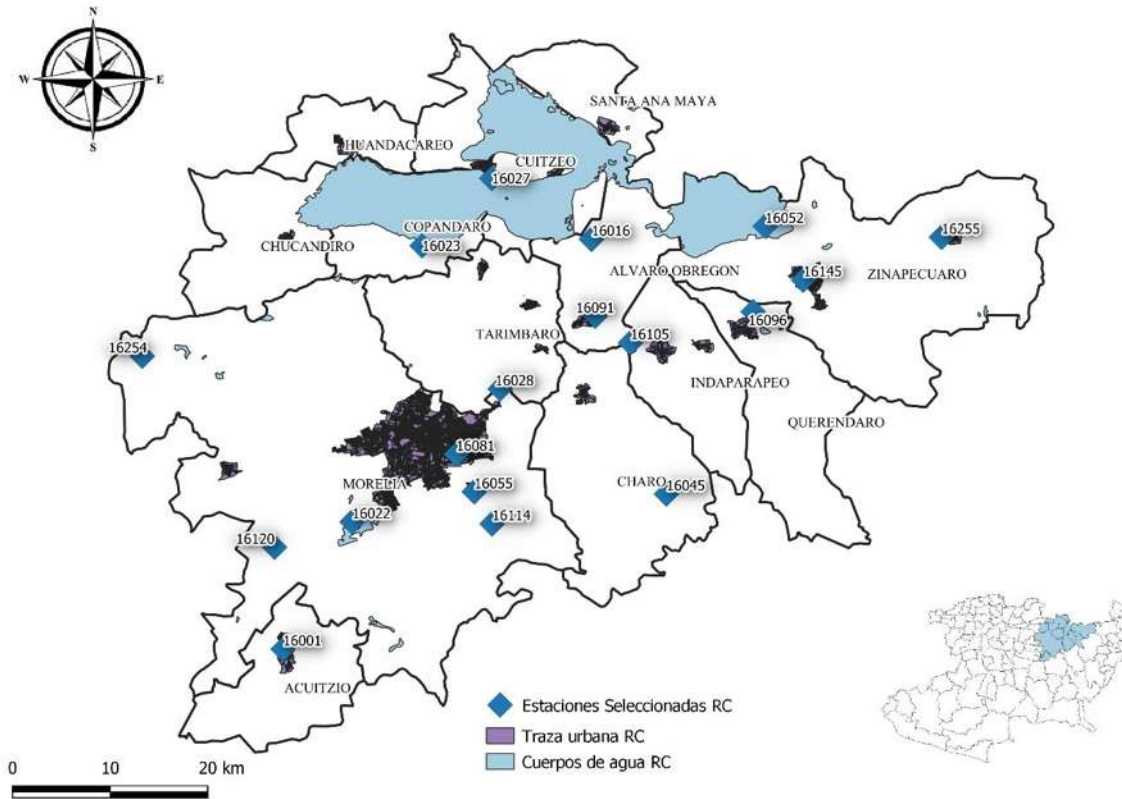
	Estación	Municipio	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Años completos de registro
1	16001	Acuitzio	Acuitzio	19.499	-101.345	2200	32
2	16016	Álvaro Obregón	Carrillo Puerto	19.897	-101.038	1840	43
3	16091	Álvaro Obregón	Álvaro Obregón	19.823	-101.038	1840	40
4	16105	Indaparapeo	Quirio	19.798	-100.995	1858	44
5	16023	Copándaro	Copándaro	19.892	-101.214	1840	26
6	16027	Cuitzeo	Cuitzeo	19.956	-101.138	1831	73
7	16045	Charo	El Temazcal	19.651	-100.955	2220	49
8	16254	Morelia	Teremendo	19.783	-101.478	2188	31
9	16120	Morelia	Santiago Undameo	19.603	-101.32	2130	47

	Estación	Municipio	Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Años completos de registro
10	16022	Morelia	Cointzio	19.625	-101.281	2096	54
11	16114	Morelia	San Miguel del Monte	19.62	-101.134	1965	28
12	16055	Morelia	Jesús del Monte	19.652	-101.151	2180	68
13	16081	Morelia	Morelia	19.689	-101.176	1908	60
14	16096	Queréndaro	Presa Malpais	19.826	-100.879	1859	54
15	16028	Tarímbaro	Cuitzillo Grande	19.767	-101.119	1987	29
16	16052	Zinapécuaro	Huingo	19.921	-100.862	1921	69
17	16145	Zinapécuaro	Zinapécuaro	19.859	-100.827	1880	53
18	16255	Zinapécuaro	Ucareo	19.9	-100.692	2554	29

Fuente: Elaboración propia (2021).

Las 18 estaciones seleccionadas por cumplir con la condición antes mencionada se distribuyen en 10 de los 13 municipios que componen la RC. Este grupo de estaciones tiene un promedio de años de registro completo de 46, destacando Cuitzeo (16027) con 73 y Copándaro (16023) con 26 (Figura 21).

Figura 21. Distribución de las estaciones meteorológicas seleccionadas.



Fuente: Elaboración propia. Software QGis3.6.3 (2021).

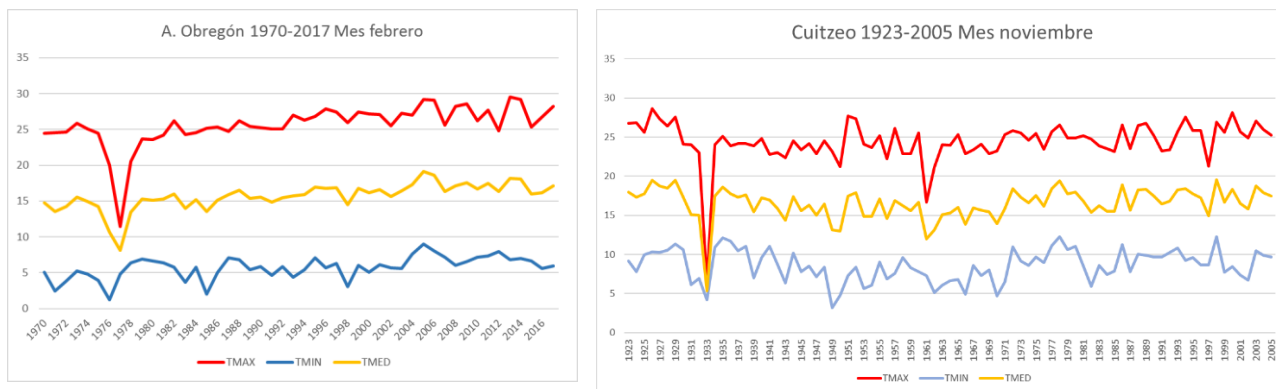
Una vez registrada la información en el *software* Microsoft Excel se agruparon los datos diarios en información mensual y realizó una primera depuración de datos identificando errores de captura tales como puntos decimales o signos mal colocados o texto que alterara datos numéricos, fueron los casos más recurrentes identificados durante esta etapa del procesamiento.

Posterior a esto, la información de cada estación meteorológica fue migrada al programa especializado Clic-MD desarrollado por Bautista *et al.* (2020) y como primera acción se procedió a llenar los vacíos de información faltantes calculando un promedio en el que se consideran datos de cinco años previos y cinco posteriores (Orellana, 2011).

Con toda la información capturada se procedió a realizar una segunda revisión visual, es decir, a partir de graficar la información de Tmax, Tmed y Tmin se observó

el comportamiento de la información por cada periodo mensual por estación, a fin de identificar picos extremos de la información que sesgarán los resultados (ver figura 22). Cabe mencionar que pese a la primera revisión de datos en el vaciado inicial no es posible detectar estas anomalías dada la cantidad de información que se maneja por estación meteorológica.

Figura 22. Ejemplos de anomalías en los datos durante la revisión visual.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Al identificar este tipo de situaciones se consideró necesario revisar los datos de la información diaria con la finalidad de ubicar algún número o signo que estuviera alterando el promedio de los datos mensuales, así mismo se procedió a revisar la información de las estaciones más próximas geográficamente para descartar que hubiera la misma situación de no encontrarse algún error aparente en la captura se realizó una investigación sobre noticias meteorológicas que dieran cuenta de un fenómeno que pudiera manifestarse en los datos de esta manera. Solo en caso de encontrarse dicha evidencia documental se dejó la información, de lo contrario, se eliminaron días y meses enteros con anomalías y se procedió a recapturar la información en el programa Clic-MD.

Luego de la revisión visual se aplicaron pruebas no paramétricas de normalización a los datos por periodos mensuales a fin de descartar variaciones abruptas en media de las series. Mediante el programa empleado se aplicaron el Coeficiente de Geary, la prueba de Shapiro- Wilk, la prueba de secuencias, la prueba de Bartlett y la

prueba Pettit. (Bautista *et al.*, 2020). El criterio para continuar con el análisis fue que los datos del mes sometido a las pruebas, pasará al menos una de ellas.

De igual manera los datos se sometieron a las pruebas de homogenización, un procedimiento que se aplica a variables meteorológicas para tener mayor certeza respecto a que sus oscilaciones respondan a factores exclusivamente climáticos, aislando la información del sesgo provocado por errores de equipo, humanos u otros.

En este sentido las series que presentan homogeneidad son aquellas que sus variaciones responden a causas climáticas y las series no homogéneas contienen saltos en la media provocados por aspectos no relacionados con el clima (*Ibíb*). Las pruebas a las que se sometieron mediante el *software* fueron Prueba Buishad, Herlmert, Von Neuman, Anderson, Spearman y la prueba de Kolmogorov Smirnov. Los datos debieron demostrar homogeneidad en al menos una de ellas para continuar con el análisis.

6.1.2 Tendencia de cambio climático en la Región Cuitzeo

Para la detección de la tendencia de cambio climático se utilizó el Coeficiente de correlación de MK, el cual se encuentra entre las pruebas de estadística no paramétricas, esto debido a que se emplean datos de distribución libre (Gómez *et al.*, 2003) o no normal (Bautista *et al.*, 2011). Esta herramienta ayuda a identificar tendencias de cambio no lineales de una serie de datos para intervalos iguales de tiempo.

Como se mencionó en el apartado metodológico, este indicador de tendencia (Z) es considerado a partir de que asume valor igual o superior a 1.96, y el signo representa el sentido de dicha tendencia (aumento o disminución). Los resultados obtenidos se presentan por año para las variables de temperatura máxima (Tmax), temperatura media (Tmed), temperatura mínima (Tmin) y precipitación (Prec).

6.1.2.1 Estación Acuitzio (16001)

En el caso de la estación Acuitzio (16001) se identifican tendencias en 17 meses todas de disminución de temperaturas. Respecto a la Tmax los meses de febrero a

mayo, agosto y noviembre y diciembre tienen dicho comportamiento. En el caso de la Tmed se identifica tendencia en todos los meses con excepción de marzo, julio y octubre. No se observan tendencias respecto a la Tmin y sobre la Prec el mes que presenta tendencia de disminución de la lluvia es junio, de manera que de acuerdo a estos datos la zona se está enfriando y disminuyendo la lluvia en el mes de junio (cuadro 13).

Cuadro 13. Estación Acuitzio (16001) periodo 1961-2007.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	24.02	-0.232	-1.41	13.56	-0.304	-2.28	3.1	-0.244	-1.47	0.83	0.084	0.58
Febrero	24.28	-0.482	-3.23	14.01	-0.467	-2.64	3.73	-0.105	-0.19	0.31	-0.155	-0.39
Marzo	26.51	-0.461	-3.4	16.11	-0.337	-1.93	5.7	0.054	-0.64	0.35	-0.017	-0.04
Abril	28.49	-0.459	-2.6	18.15	-0.362	-2.16	7.81	0.096	0.64	0.51	-0.316	-1.92
Mayo	29.13	-0.474	-2.94	19.16	-0.445	-3.1	9.19	-0.072	-1.16	1.85	-0.274	-1.77
Junio	27.25	-0.321	-2	19.04	-0.253	-2.08	10.82	0.073	0.3	5.45	-0.251	-2.07
Julio	25.69	-0.275	-1.48	18.36	-0.149	-0.99	11.02	0.221	1.11	6.5	-0.019	0.11
Agosto	25.63	-0.377	-2.05	18.24	-0.351	-2.35	10.84	0.078	0.86	5.65	0.117	0.5
Septiembre	25.38	-0.334	-1.94	17.94	-0.351	-2.88	10.49	-0.062	0.26	6.45	-0.215	-0.07
Octubre	25.55	-0.267	-1.63	17.15	-0.203	-1.24	8.74	0.082	0.56	2.22	-0.052	0.05
Noviembre	24.71	-0.29	-2.39	15.13	-0.371	-2.17	5.56	-0.174	-0.65	0.92	-0.133	-0.09
Diciembre	23.26	-0.468	-3.81	13.45	-0.563	-4.44	3.63	-0.29	-1.95	0.25	-0.118	-0.38

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.2 Estación Carrillo Puerto (16016)

En el caso de la estación de Carrillo Puerto se observa tendencia de aumento de la temperatura Tmax en todos los meses del año. Respecto a la Tmed también se muestra tendencias de aumento de temperatura en los meses de febrero, julio, agosto, septiembre y noviembre. En enero y diciembre se puede ver que son meses que se están enfriando con tendencias negativas. En el caso de la precipitación no se observa tendencia. Cabe mencionar, entonces que son 19 meses de tendencia identificada en este caso (cuadro 14).

Cuadro 14. Estación Carrillo Puerto (16016) periodo 1969-2015.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	21.56	0.392	2.85	13.03	0.022	0.62	4.51	-0.338	-2.37	0.52	0	0.77
Febrero	23.2	0.507	4.12	14.39	0.45	3.04	5.58	0.062	-0.12	0.36	0.191	-0.72

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Marzo	25.35	0.37	2.51	16.37	0.145	1.16	7.4	-0.152	-1.46	0.36	0.239	0.94
Abril	27.18	0.375	2.45	18.38	0.175	1.63	9.58	-0.163	-0.92	0.37	-0.019	-0.06
Mayo	27.89	0.406	2.67	19.88	0.192	1.08	11.87	-0.188	-1.47	1.22	0.1	-0.47
Junio	25.7	0.435	2.94	19.46	0.239	1.84	13.21	-0.149	-0.94	3.7	0.201	1.17
Julio	23.82	0.682	4.97	18.31	0.467	3.01	12.8	-0.033	-0.67	5.2	-0.1	-1.46
Agosto	23.85	0.766	5.92	18.2	0.473	2.89	12.54	-0.253	-1.82	5.16	0.19	1.38
Septiembre	23.75	0.657	5.04	18.05	0.522	3.81	12.35	0.039	0.29	3.97	-0.081	-0.53
Octubre	23.66	0.654	5.05	16.86	0.273	1.7	10.06	-0.064	-0.74	1.5	0.192	1.51
Noviembre	22.82	0.633	4.33	14.92	0.313	2.31	7.02	0.031	0.2	0.46	0.239	1.49
Diciembre	21.65	0.622	4.52	13.25	0.183	1.11	4.85	-0.358	-2.16	0.26	0.114	0.36

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.3 Estación Álvaro Obregón (16091)

Esta estación presenta 31 meses en los que se identifica tendencia. Respecto a la Tmax y Tmed se observa que en todo el año está aumentando la temperatura mientras que en el caso de la Tmin también se observan aumentos para el caso de los meses de enero y febrero y de abril a junio. Respecto a la precipitación se identificaron tendencias de disminución en los meses de agosto y septiembre (Cuadro 15).

Cuadro 15. Estación Álvaro Obregón (16091) periodo 1969-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	24.28	0.519	3.21	14.36	0.616	4.42	4.46	0.43	2.72	0.41	-0.106	-0.12
Febrero	25.88	0.694	5.61	15.78	0.739	5.83	5.7	0.559	3.97	0.33	0.196	-0.82
Marzo	28.21	0.627	5	17.87	0.544	3.91	7.52	0.23	1.8	0.36	0.234	1.84
Abril	30.33	0.718	5.35	20.15	0.669	4.97	9.96	0.363	2.7	0.36	-0.012	-0.04
Mayo	31.34	0.719	5.47	21.75	0.726	5.59	12.15	0.523	3.74	1.16	-0.108	-1.01
Junio	29.39	0.677	4.72	21.65	0.651	4.82	13.91	0.361	2.84	3.71	-0.049	-1.04
Julio	27.12	0.713	5.92	20.37	0.612	4.39	13.63	0.107	0.66	5.17	-0.052	-0.27
Agosto	26.93	0.821	6.82	20.1	0.74	5.65	13.27	0.124	0.69	4.72	-0.304	-2.11
Septiembre	26.26	0.751	5.75	19.53	0.653	5.45	12.81	0.198	0.84	4.18	-0.308	-2.79
Octubre	26.1	0.664	5.36	18.32	0.496	3.44	10.56	0.042	-0.3	1.5	-0.219	-0.82
Noviembre	25.3	0.443	3.38	16.02	0.423	2.86	6.78	0.191	1.41	0.33	0.064	0.32
Diciembre	24.22	0.514	4.27	14.6	0.515	4.22	5.06	0.161	1.2	0.18	-0.058	-1.16

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.4 Estación Quirio (16105)

Esta estación ubicada en el municipio de Indaparapeo muestra tendencia de CC en 13 meses; respecto a la Tmax se observa aumento de la temperatura de los meses de julio a octubre y diciembre; en el caso de la Tmed únicamente se muestra aumento en diciembre. Para el caso de la Tmin se observa reducción, es decir enfriamiento durante los meses de marzo a agosto y finalmente en septiembre se identifica tendencia de disminución en la precipitación (cuadro 16).

Cuadro 16. Estación Quirio (16105) periodo 1964-2016.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.3	0.131	0.99	14.1	0.194	1.43	4.92	0.107	0.47	0.51	-0.133	-0.07
Febrero	25.01	0.173	1.41	15.41	0.159	1.45	5.81	0.067	0.16	0.41	0.138	-1.22
Marzo	27.22	-0.13	-0.97	17.43	-0.16	-1.37	7.64	-0.13	-2.16	0.37	0.196	1.29
Abril	29.33	-0.087	-0.64	19.77	-0.215	-1.79	10.21	-0.226	-2.61	0.41	-0.162	-0.7
Mayo	29.97	0.136	0.88	21.31	-0.083	-0.8	12.65	-0.213	-2.57	1.27	-0.166	-1.7
Junio	27.48	0.182	1.56	20.84	-0.04	0.07	14.19	-0.278	-2.97	4.2	-0.232	-1.52
Julio	25.21	0.331	2.85	19.31	-0.002	0.04	13.35	-0.339	-2.01	5.04	-0.162	-1.43
Agosto	25.23	0.418	3.56	19.18	0.091	0.63	13.12	-0.319	-2.01	4.84	-0.113	-0.13
Septiembre	25.17	0.33	3.21	19.02	0.104	0.27	12.88	-0.236	-1.83	4.01	-0.285	-2.31
Octubre	25.41	0.478	3.81	17.86	0.237	1.59	10.31	-0.097	-0.57	1.54	-0.294	-1.55
Noviembre	24.78	0.274	1.84	15.93	0.14	1.42	7.08	-0.037	-0.45	0.32	-0.066	-0.54
Diciembre	23.7	0.381	2.52	14.77	0.28	2.09	5.84	0.075	0.37	0.22	-0.04	0.13

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.5 Estación Copándaro (16023)

En la estación de Copándaro de Galeana se detectaron 16 meses con tendencia a CC. El comportamiento más observado en las estaciones también se puede ver aquí, las temperaturas máximas se tienden a ser más elevadas y las frías más bajas. En este caso 9 meses de Tmax registran tendencia al alza con excepción de abril, mayo y julio, en el caso de la Tmed esto se ve en los meses de febrero y noviembre mientras que en la Tmin se observan tendencias a la baja en el mes de enero, mayo, junio, agosto y diciembre. Respecto a la precipitación no se observan tendencias (Cuadro 17).

Cuadro 17. Estación Copándaro (16023) periodo 1969-2001.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	21.68	0.531	3.52	11.71	0.206	1.32	1.73	-0.374	-2.68	0.48	-0.058	-1.01
Febrero	22.92	0.722	4.25	12.78	0.398	2.6	2.63	-0.166	-1.04	0.21	-0.169	-0.74
Marzo	25.19	0.597	3.32	14.93	0.217	1.38	4.66	-0.197	-1.58	0.15	0.166	0.2
Abril	26.86	0.286	1.43	16.93	0.031	0.05	7	-0.308	-1.95	0.27	0.156	0.53
Mayo	27.75	0.339	1.94	18.65	0.036	0.2	9.56	-0.417	-2.71	1.01	0.153	0.4
Junio	25.65	0.6	3.64	18.63	0.271	1.66	11.61	-0.621	-3.91	4.62	-0.068	-0.14
Julio	23.09	0.665	4.17	17.4	0.356	1.87	11.7	-0.518	-3.33	6.39	-0.208	-0.98
Agosto	22.94	0.572	3.46	17.19	-0.061	-0.6	11.44	-0.581	-3.49	6.2	-0.006	-0.17
Septiembre	22.75	0.45	2.36	16.94	0.179	0.54	11.12	-0.155	-1.02	5.1	0.138	0.82
Octubre	22.72	0.44	2.54	15.4	0.062	-0.02	8.09	-0.201	-1.12	1.77	0.181	1.32
Noviembre	22.57	0.776	4.77	13.42	0.549	3.39	4.28	-0.022	0.6	0.43	-0.077	-0.68
Diciembre	21.75	0.622	3.77	12.12	0.277	1.33	2.49	-0.365	-2.17	0.51	0.011	-0.56

Fuente: elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0

6.1.2.6 Estación Cuitzeo (16027)

Cabe mencionar que esta estación es la que registra mayor número de años completos con registro diario con 73. En esta estación se observan 6 meses con tendencia de CC. Respecto a la Tmax se identifican aumentos en los meses de enero, junio, julio, septiembre y noviembre. A su vez llama la atención que se registra tendencia de aumento en la precipitación en el mes de agosto (cuadro 18).

Cuadro 18. Estación Cuitzeo (16027) periodo 1923-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.73	0.156	2.13	14.73	0.028	0.41	5.72	-0.101	-0.84	0.47	-0.007	0.23
Febrero	25.62	-0.1	-0.5	16.39	-0.086	-0.52	7.16	-0.046	-0.28	0.26	0.138	0.54
Marzo	27.95	-0.157	-1.19	18.52	-0.145	-1.47	9.1	-0.085	-0.85	0.32	0.132	-0.83
Abril	30.01	-0.046	-0.3	20.46	-0.032	-0.04	10.91	-0.005	-0.06	0.32	0.092	0.69
Mayo	30.75	0.082	1	21.8	0.035	0.68	12.85	-0.04	0.34	1.14	0.179	1.08
Junio	28.47	0.161	2.17	20.88	0.072	1.35	13.29	-0.067	-0.68	3.8	0.048	0.17
Julio	26.42	0.211	2.26	19.49	0.084	1.06	12.57	-0.075	-0.92	4.99	0.061	0.83
Agosto	26.33	0.155	1.59	19.39	0.023	0.55	12.45	-0.105	-1.02	4.58	0.204	2.23
Septiembre	25.74	0.18	2.87	19.01	0.089	1.35	12.28	-0.029	0.01	4.11	0.009	0.46
Octubre	25.64	0.013	1.51	18.3	0.055	1.43	10.95	0.076	1.15	1.44	0.025	0.4
Noviembre	24.91	0.099	2.02	16.81	0.094	0.9	8.66	0.096	0.7	0.43	-0.167	-0.83
Diciembre	23.81	-0.025	0.43	15.23	-0.053	-0.05	6.64	-0.058	-0.59	0.28	-0.155	-1.86

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.7 Estación El Temazcal (16045)

La estación El Temazcal se ubica en la parte alta del municipio de Charo ya que se sitúa a una altura de 2220 msnm. Esta estación reporta únicamente 9 meses con tendencia de CC, respecto a la Tmax están aumentando de temperatura los meses de febrero y diciembre, y con aumento en Tmed en febrero. Por su parte la Tmin está disminuyendo en los meses de junio y de julio a octubre. Se detectó también que en el mes de abril se está reduciendo la precipitación (cuadro 19).

Cuadro 19. Estación El Temazcal (16045) periodo 1965-2016.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	21.39	0.237	1.14	15.07	0.254	1.4	8.75	0.119	-0.02	0.79	-0.128	0.02
Febrero	22.87	0.354	2.59	16.14	0.295	2	9.4	0.075	0.98	0.62	0.148	-0.83
Marzo	25.09	0.249	1.37	17.84	0.228	1.53	10.59	0.056	0.04	0.42	0.197	-0.28
Abril	27.24	0.267	1.37	19.69	0.237	1.59	12.14	0.046	0.21	0.48	-0.349	-2.25
Mayo	27.06	0.096	-0.02	20.02	-0.068	-0.36	12.97	-0.406	-2.75	1.71	-0.144	-1.5
Junio	23.9	0.149	0.68	18.3	-0.019	-0.02	12.7	-0.374	-1.55	7.65	-0.138	-1.23
Julio	22.06	0.2	1.23	17.03	-0.021	0.17	12	-0.486	-2.71	10.6	-0.171	-1.64
Agosto	21.92	0.227	1.32	16.93	-0.002	0.09	11.94	-0.459	-2.85	10.09	-0.156	-1.04
Septiembre	21.76	0.164	0.49	16.84	-0.033	-0.44	11.92	-0.477	-2.92	8.91	-0.208	-1.26
Octubre	22.08	0.173	0.56	16.73	-0.035	-0.65	11.38	-0.488	-3.13	3.46	-0.092	-0.98
Noviembre	22.04	0.212	1.31	16.07	0.02	0.44	10.09	-0.265	-1.23	0.77	0.028	0.24
Diciembre	21.64	0.359	2.46	15.5	0.176	1.09	9.35	-0.202	-0.88	0.31	-0.084	-0.51

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.8 Estación Teremendo (16254)

Esta estación se ubica al norte del municipio de Morelia a 2188 msnm, cuenta con datos de 31 años completos. Su información permite identificar 25 meses con tendencia de CC. En el caso de la Tmax se observa aumento de la temperatura en 9 meses únicamente marzo, mayo y junio no reportan este comportamiento. En el caso de la Tmed solamente en junio no se observa tendencia, el resto presentan tendencia al aumento de la temperatura media. La Tmin también reporta aumento en la tendencia durante los meses de marzo, abril, mayo y octubre. Finalmente, respecto a la precipitación, se observa un aumento de ésta en el mes de marzo (cuadro 20).

Cuadro 20. Estación Teremendo (16254) periodo 1982-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.87	0.525	2.77	14.62	0.471	2.94	5.36	0.162	1.31	0.43	-0.042	-0.45
Febrero	25.51	0.553	3.24	15.92	0.506	3.01	6.2	0.211	1.78	0.56	0.225	1.07
Marzo	27.12	0.433	1.95	17.41	0.59	3.88	7.76	0.396	2.4	0.33	0.306	2.65
Abril	28.99	0.617	3.31	19.43	0.735	4.58	9.92	0.481	3.28	0.25	-0.047	0.19
Mayo	29.25	0.164	0.67	20.14	0.285	2.1	11.07	0.262	2.23	1.05	0.065	0.48
Junio	26.79	0.14	1.14	19.14	0.185	0.84	11.49	0.155	1.76	4.16	0.087	0.94
Julio	24.51	0.384	2.52	17.73	0.338	2.32	10.96	0.113	1.42	5.61	0.117	0.61
Agosto	24.4	0.523	3.16	17.63	0.441	2.93	10.85	0.131	1.66	4.77	-0.09	-0.61
Septiembre	23.78	0.585	4.32	17.18	0.573	3.41	10.58	0.209	1.83	3.86	0.2	1.24
Octubre	24.12	0.554	3.5	16.56	0.601	4	8.99	0.334	2.3	1.77	0.005	0.37
Noviembre	24.31	0.576	3.28	15.63	0.482	3.16	6.98	0.16	0.71	0.46	0.201	0.87
Diciembre	24	0.609	3.6	14.86	0.465	2.59	5.71	0.105	0.41	0.18	-0.066	-0.25

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.9 Estación Santiago Undameo (16120)

La estación se ubica al sur de la ciudad de Morelia a una altitud de 2130 msnm y reporta datos de 47 años completos. En esta unidad se observan 25 meses con tendencia de CC. Respecto a la Tmax y Tmed, los 12 meses muestran tendencia al aumento de la temperatura. En cuanto a la Tmin únicamente en el mes de abril se observa tendencia a la disminución de la temperatura, respecto a la precipitación se observa que en el mes de marzo hay aumento de ésta (cuadro 21).

Cuadro 21. Estación Santiago Undameo (16120) periodo 1953-2007.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	22.46	0.562	4.35	12.34	0.424	3.22	2.21	-0.142	-0.68	0.51	-0.047	-0.13
Febrero	24.48	0.611	4.54	13.72	0.526	3.91	2.94	0.105	0.82	0.33	0.166	0.91
Marzo	26.88	0.441	3.39	15.82	0.317	2.27	4.77	-0.13	-0.79	0.26	0.176	1.96
Abril	28.6	0.446	3.66	17.85	0.293	2.47	7.11	-0.29	-2.2	0.53	-0.247	-1.56
Mayo	28.7	0.517	4.37	19.35	0.327	3.08	9.97	-0.256	-1.79	1.43	-0.224	-1.42
Junio	26.18	0.513	3.82	19.34	0.4	3.09	12.5	-0.098	-0.57	4.55	0.083	0.77
Julio	24.04	0.666	5.27	18.07	0.513	4.02	12.08	-0.106	-0.21	6.1	-0.162	-1.43
Agosto	23.93	0.584	4.75	17.96	0.536	4.25	11.98	0.125	1.45	5.92	0.126	0.94
Septiembre	23.56	0.645	5.23	17.62	0.563	5.06	11.69	0.083	0.73	5.28	0.054	0.44
Octubre	23.67	0.66	5.47	16.25	0.563	4.47	8.85	0.081	0.79	2.1	-0.116	-0.49
Noviembre	23.45	0.724	5.59	14.24	0.466	3.44	5.04	-0.116	-0.51	0.55	-0.065	-0.51
Diciembre	22.34	0.646	4.97	12.65	0.362	2.81	2.97	0.228	-1.07	0.26	-0.064	-0.77

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.10 Estación Cointzio (16022)

La estación Cointzio se encuentra en municipio de Morelia a 2096 msnm y reporta 54 años completos de información. Para esta estación se observa que con excepción del mes de octubre, todo el año registra tendencias de incremento de la temperatura máxima; abril y septiembre también tienen aumento de la Tmed. Respecto a la Tmin sucede que todos los meses registran tendencia a la disminución salvo octubre. Respecto a la precipitación se observa un aumento de ésta en el mes de agosto (cuadro 22).

Cuadro 22. Estación Cointzio (16022) periodo 1940-2006.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.22	0.353	2.46	14.29	0.143	0.63	5.39	-0.379	-3.46	0.47	0.019	0.27
Febrero	24.87	0.451	2.4	15.54	0.224	0.96	6.21	-0.347	-2.61	0.24	0.13	0.9
Marzo	27.03	0.563	4.07	17.55	0.32	1.9	8.08	-0.483	-4.21	0.18	0.124	0.8
Abril	28.86	0.553	4.39	19.46	0.434	3.36	10.05	-0.244	-2	0.45	-0.147	-0.62
Mayo	29.31	0.504	3.67	20.72	0.323	1.95	12.14	-0.389	-3.37	1.52	0.119	1.4
Junio	26.54	0.395	2.94	20.02	0.233	1.6	13.5	-0.396	-3.31	4.77	0.098	0.7
Julio	24.31	0.299	2.24	18.54	0.084	0.87	12.78	-0.256	-3.24	5.89	0.013	0.01
Agosto	24.38	0.264	2.12	18.53	0.046	0.57	12.68	-0.254	-3.23	5.22	0.28	2.69
Septiembre	24.22	0.43	3.34	18.37	0.226	1.98	12.51	-0.213	-2.53	4.61	-0.046	-0.17
Octubre	24.93	0.238	1.89	17.81	0.12	0.95	10.68	-0.124	-1.2	1.91	0.07	0.76
Noviembre	24.55	0.362	3.19	16.28	0.142	0.86	8.02	-0.231	-2.45	0.6	-0.077	-0.93
Diciembre	23.31	0.325	2.34	14.73	0.128	0.47	6.14	-0.301	-2.74	0.33	-0.244	-1.31

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.11 Estación San Miguel del Monte (16114)

Estación que se ubica al sur de la ciudad de Morelia y pertenece a este municipio, a una altura de 1965 msnm y con 28 años completos de registro. Es una de las estaciones con menos meses de tendencia de CC identificados, únicamente con 6. No se observan tendencias en la Tmax; en la Tmed el mes de abril presenta tendencia al aumento y respecto a la Tmin, en marzo es que se observa tendencia a aumento. Sin embargo, respecto a la precipitación, esta estación reporta para los meses de abril, junio, julio y septiembre tendencia a la reducción (cuadro 23).

Cuadro 23. Estación San Miguel del Monte (16114) periodo 1967-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	22.78	0.009	0.07	13.1	-0.054	-0.2	3.41	-0.12	-0.63	0.39	-0.355	-1.55
Febrero	24.02	0.168	1.1	14.34	0.2	1.79	4.68	0.144	0.99	0.25	-0.121	-0.87
Marzo	26.35	0.065	0.46	16.4	0.236	1.41	6.58	0.31	2	0.44	0.231	0.83
Abril	29.01	0.263	1.37	18.58	0.289	2.11	8.13	0.193	1.37	0.3	-0.361	-2.73
Mayo	29.53	0.076	0.84	19.78	0.071	0.56	9.89	0.057	0.6	1.34	-0.201	-1.46
Junio	27.27	0.135	0.92	19	0.12	0.88	10.67	0.043	-0.03	6.3	-0.305	-2.31
Julio	24.76	0.128	1.12	17.48	0.156	1.04	10.21	0.032	0.19	7.16	-0.374	-3.3
Agosto	24.42	0.097	0.93	17.31	0.109	0.91	10.21	0.032	0.06	6.81	-0.276	-1.93
Septiembre	23.73	0.22	1.67	16.9	0.245	1.81	10.07	0.114	0.76	6.51	-0.246	-2.07
Octubre	23.69	0.11	1.09	15.94	0.144	1.41	8.18	0.106	-0.06	2.06	-0.033	0.2
Noviembre	23.35	0.037	0.32	14.73	0.096	0.24	6.05	0.153	1.48	0.31	0.084	0.43
Diciembre	22.84	0.048	0.08	13.5	-0.066	-0.39	4.15	-0.17	-1.43	0.18	-0.096	0.31

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.12 Estación Jesús del Monte (16055)

La estación se ubica en los límites sur de la mancha urbana de Morelia a 2180 msnm y registra 68 años completos de información. En este caso se puede observar que para la Tmax hay tendencia de aumento en los meses de febrero y de junio a diciembre; en las Tmed no se registran tendencias, pero en cuanto a las Tmin se observa tendencia de baja de temperaturas en los meses de enero a mayo y noviembre y diciembre. Respecto a la precipitación se observa un aumento de ésta en los meses de junio a septiembre (cuadro 24).

Cuadro 24. Estación Jesús del Monte (16055) periodo 1935-2016.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	21.52	0.035	1.29	14.76	-0.083	0.06	8	-0.181	-2.37	0.5	0.102	0.78
Febrero	22.95	0.172	2.31	16.08	-0.053	-0.49	9.22	-0.331	-4.55	0.4	0.152	-0.3
Marzo	26.36	0.175	1.95	18.58	-0.094	-0.57	10.76	-0.6	-5.78	0.36	0.125	-0.52
Abril	29.6	0.146	1.62	20.72	-0.019	0.08	11.83	-0.453	-4.55	0.53	0.07	-0.58
Mayo	30.37	0.138	1.31	21.1	0.021	0.62	11.82	-0.316	-3.35	1.61	0.174	0.74
Junio	26.35	0.243	2.49	18.71	0.14	1.51	11.09	-0.14	-1.03	4.67	0.439	3.95
Julio	23.61	0.341	3.48	17.05	0.171	1.79	10.49	-0.116	-1.73	6.13	0.428	4.14
Agosto	23.19	0.292	2.73	16.83	0.143	0.84	10.49	-0.078	-1.51	6.32	0.453	4.24
Septiembre	22.77	0.378	3.38	16.53	0.207	1.63	10.29	-0.045	-1.04	5.21	0.312	3.24
Octubre	23.02	0.321	2.64	16.58	0.2	1.37	10.14	-0.023	-0.97	2.17	0.195	1.49

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Noviembre	22.43	0.294	2.42	15.97	0.069	0.79	9.52	-0.268	-2.31	0.7	0.113	-0.29
Diciembre	21.97	0.257	3.65	15.1	0.114	1.24	8.28	-0.088	-2.01	0.34	-0.158	-0.88

Fuente: elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0

6.1.2.13 Estación Morelia (16081)

Es la estación que se encuentra al interior de la mancha urbana de la ciudad de Morelia a 1908 msnm y con 60 años de registros completos. En esta estación se identifican 24 meses con tendencia al alza de temperatura. En el caso de la Tmax Solo el mes de diciembre presenta este comportamiento, sin embargo, para la Tmed, únicamente en junio no se observa. Llama la atención que la Tmin en todo el año muestra evidencia de aumento de temperatura. En el caso de la precipitación no se identifica tendencia (cuadro 25).

Cuadro 25. Estación Morelia (16081) periodo 1947-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.84	0.116	0.82	14.64	0.597	5.04	5.44	0.736	7.02	0.55	0.044	1.24
Febrero	25.55	0.101	0.95	15.97	0.605	4.98	6.39	0.769	6.81	0.32	0.196	1.22
Marzo	27.77	-0.124	-1.72	18.15	0.381	2.94	8.53	0.644	5.86	0.37	0.073	1.9
Abril	29.9	-0.177	-1.95	20.32	0.344	2.78	10.73	0.618	5.83	0.43	-0.222	-1.15
Mayo	30.46	-0.085	-0.63	21.57	0.296	2.55	12.69	0.432	4.49	1.52	-0.02	-0.22
Junio	28.24	-0.016	-0.25	20.92	0.13	1.21	13.59	0.193	2.82	4.51	-0.086	-0.93
Julio	25.92	0.038	-0.02	19.41	0.288	2.64	12.9	0.272	4.19	5.75	-0.152	-1.46
Agosto	25.94	0.05	-0.26	19.48	0.388	3.22	13.01	0.466	4.93	5.12	0.019	0
Septiembre	25.48	0.122	0.93	19.13	0.386	3.65	12.79	0.447	4.4	4.51	-0.083	-0.99
Octubre	25.56	0.247	1.68	18.13	0.575	4.56	10.66	0.609	5.39	1.71	-0.099	-1.03
Noviembre	25.31	0.178	1.34	16.61	0.58	5.02	7.93	0.641	5.75	0.42	-0.101	-1
Diciembre	24.16	0.328	2.47	15.11	0.683	5.98	6.09	0.716	6.47	0.22	-0.242	-1.43

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.14 Estación Presa Malpais (16096)

Esta estación se encuentra en el municipio de Queréndaro a una altura de 1859 msnm y registra 54 años completos de información. Para este caso se identificaron 34 meses de tendencia de CC todas al alza. Para la Tmax se observa este aumento de los meses de marzo a diciembre mientras que para la Tmed en todo el año se puede ver tal comportamiento. Al igual que en la estación descrita en el apartado anterior la Tmin registra aumento de temperatura con excepción de los meses de

julio agosto y septiembre. Finalmente, los meses de marzo, julio y agosto presentan tendencia al aumento de la precipitación (cuadro 26).

Cuadro 26. Estación Presa Malpais (16096) periodo 1944-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.88	0.048	0.44	13.76	0.289	2.68	3.63	0.329	2.91	0.43	-0.078	0.59
Febrero	25.46	0.15	0.76	15.05	0.367	3.07	4.63	0.395	2.66	0.28	0.153	-0.76
Marzo	27.65	0.314	2.61	17.23	0.458	3.85	6.8	0.439	3.58	0.25	0.296	2.76
Abril	30.02	0.352	2.94	19.47	0.584	4.8	8.92	0.651	5.66	0.31	-0.074	0.34
Mayo	30.9	0.281	2.36	21.02	0.504	4.21	11.14	0.58	4.77	1.23	0.084	0.06
Junio	28.28	0.244	2.02	20.5	0.44	3.53	12.71	0.49	3.88	3.83	0.067	0.14
Julio	25.72	0.205	2.15	19.08	0.316	3.15	12.43	0.297	1.34	5.77	0.31	2.69
Agosto	25.73	0.231	2.51	18.98	0.31	3.29	12.23	0.236	1.06	5.38	0.271	2.88
Septiembre	25.45	0.281	2.68	18.61	0.374	3.1	11.76	0.254	0.83	4.21	0.153	1.75
Octubre	25.7	0.412	3.69	17.46	0.472	3.79	9.22	0.305	2.4	1.38	0.014	0.2
Noviembre	25.14	0.489	4.81	15.45	0.372	3.79	5.75	0.2	2.21	0.35	-0.218	-1.07
Diciembre	24.06	0.195	2.69	14.06	0.284	2.78	4.05	0.247	2.39	0.22	-0.073	-0.2

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.15 Estación Cuitzillo Grande (16028)

La estación se encuentra en el municipio de Tarímbaro a una altitud de 1987 msnm y registra 29 años completos de información. En este caso los cálculos señalan que hay 21 meses con tendencia de CC. En cuanto a la Tmax, con excepción de septiembre y noviembre, el resto del año registra tendencia al aumento; la Tmed también presenta evidencia de aumento en los meses de enero y febrero y de junio a septiembre. La Tmin muestra tendencia a la disminución en los meses de enero, marzo, abril, septiembre noviembre y diciembre. Por último, la precipitación registra tendencia al aumento en el mes de enero (cuadro 27).

Cuadro 27. Estación Cuitzillo Grande (16028) periodo 1969-2007.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.96	0.664	4.1	13.47	0.478	3.3	2.98	-0.278	-2.33	0.33	0.13	2.07
Febrero	25.43	0.71	4.51	14.72	0.497	3.04	4.02	-0.092	-0.8	0.24	0.043	-0.06
Marzo	27.83	0.709	4.13	16.73	0.211	1.1	5.63	-0.375	-2.67	0.25	0.004	0.3
Abril	29.49	0.6	3.91	18.81	0.246	1.46	8.13	-0.479	-2.99	0.49	0.194	1
Mayo	30.16	0.623	3.65	20.4	0.367	1.9	10.63	-0.256	-1.32	1.09	0.037	-0.1
Junio	27.83	0.59	3.64	20.08	0.472	3.07	12.32	-0.172	-1.63	3.68	0.373	1.92
Julio	25.69	0.681	4.86	19.03	0.597	4.31	12.37	-0.275	-1.73	4.77	0.101	0.73

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Agosto	25.48	0.787	5.58	18.89	0.637	4.08	12.29	-0.296	-2.35	4.49	0.044	0.73
Septiembre	25.17	0.636	4.26	18.46	0.398	2.58	11.75	-0.268	-1.96	3.91	-0.007	0.07
Octubre	25.41	0.72	4.11	17.19	0.276	1.49	8.97	-0.202	-1.46	1.46	0.057	0.91
Noviembre	24.79	0.759	4.97	14.98	0.216	1.34	5.17	-0.488	-2.76	0.44	-0.009	-0.35
Diciembre	24.09	0.729	4.29	13.75	0.175	1.03	3.42	-0.47	-3.35	0.19	-0.155	-1.34

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.16 Estación Huingo (16052)

La estación pertenece al municipio de Zinapécuaro y se localiza a una altitud de 1921 msnm, además registra 69 años completos de información. Su información permite observar tendencia a la disminución para el caso de la Tmed en los meses de enero, de marzo a mayo y noviembre y diciembre. Respecto a la Tmin se registran tendencia a la disminución en los meses de enero, de marzo a junio y noviembre y diciembre, por último, se registra aumento de la precipitación en el mes de agosto (cuadro 28).

Cuadro 28. Estación Huingo (16052) periodo 1941-2015.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	23.1	-0.108	-0.23	13.67	-0.314	-2.22	4.24	-0.317	-3.03	0.52	0.077	0.85
Febrero	24.88	-0.194	-1.38	15.09	-0.276	-1.89	5.28	-0.217	-1.52	0.29	0.294	1.67
Marzo	27.32	-0.231	-0.65	17.06	-0.452	-3.51	6.81	-0.48	-4.26	0.24	0.184	-0.14
Abril	28.99	-0.176	-1.63	19.1	-0.325	-2.81	9.23	-0.32	-2.85	0.29	-0.082	-0.45
Mayo	29.56	-0.061	-0.84	20.59	-0.237	-2.51	11.61	-0.286	-2.42	1.12	0.001	-0.33
Junio	27.5	0.012	0.11	20.49	-0.132	-1.01	13.47	-0.326	-2.83	4.01	-0.052	-0.5
Julio	25.66	0.002	0.46	19.33	-0.035	-0.08	13	-0.074	-1.22	5.83	0.131	1.32
Agosto	25.54	-0.155	-0.92	19.16	-0.145	-0.96	12.77	-0.01	-0.08	5.63	0.279	2.51
Septiembre	25.38	-0.135	-0.76	18.94	-0.106	-0.62	12.51	-0.009	-0.38	4.23	0.039	-0.02
Octubre	25.36	-0.191	-1.23	17.68	-0.152	-1.08	10	-0.053	-0.54	1.51	-0.032	-0.25
Noviembre	24.5	-0.246	-1.5	15.66	-0.307	-2.43	6.78	-0.217	-2.35	0.32	-0.122	-1.07
Diciembre	23.35	-0.214	-1.12	14.04	-0.385	-2.85	4.74	-0.35	-3.38	0.21	-0.175	-0.7

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.17 Estación Zinapécuaro (16145)

La estación se localiza a una altitud de 1880 msnm y registra 53 años completos de información. El comportamiento de los datos muestra el aumento de la Tmax todo el año y la disminución de la Tmin igual en los 12 meses. También se pueden

observar disminución de la Tmed en el mes de marzo y aumento de la precipitación en febrero y julio (cuadro 29).

Cuadro 29. Estación Zinapécuaro (16145) periodo 1923-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	22.62	0.348	3.21	14.38	0.096	1.05	6.18	-0.374	-3.46	0.48	0.13	1.36
Febrero	23.93	0.321	2.66	15.71	-0.021	-0.67	7.51	-0.418	-3.67	0.27	0.264	2.21
Marzo	26.18	0.289	2.56	17.78	-0.216	-2.41	9.35	-0.574	-5.5	0.21	0.238	1.81
Abril	28.49	0.394	3.33	20.16	0.062	0.67	11.83	-0.389	-3.8	0.24	0.162	1.47
Mayo	29.39	0.382	4.18	21.49	0.09	1.64	13.59	-0.415	-4.22	1.3	0.139	1.48
Junio	27.38	0.477	4.15	20.64	0.197	1.27	13.91	-0.395	-3.76	4.44	-0.036	-0.22
Julio	25.02	0.458	3.66	19.2	0.036	-0.06	13.38	-0.451	-4.26	6.93	0.156	2.36
Agosto	25	0.615	5.42	18.99	0.117	1.42	13	-0.466	-4.29	6.96	0.075	1.86
Septiembre	24.4	0.554	4.66	18.56	0.133	0.66	12.72	-0.434	-4.29	4.76	0.043	0.18
Octubre	24.06	0.467	3.73	17.53	0.151	1.4	11.01	-0.325	-3.05	1.65	0.055	0.59
Noviembre	23.64	0.466	4.15	16.2	0.019	-0.49	8.77	-0.346	-2.62	0.46	0.055	0.91
Diciembre	22.57	0.341	3.35	14.69	0.125	1.06	6.84	-0.348	-3.81	0.28	-0.116	-0.65

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.2.18 Estación Ucareo (16255)

La estación se localiza en el municipio de Zinapécuaro, es la ubicada a mayor altitud (2554 msnm) de la RC y cuenta con registro de 29 años completos. Con el análisis de sus datos se identifican 19 meses con tendencia. Respecto a la Tmax, con excepción de marzo y abril, el resto presenta tendencia de aumento; la Tmed también registra aumentos en los meses de enero, febrero, de julio a octubre y diciembre. En cuanto a la Tmin se observan tendencias de reducción en los meses de febrero y marzo. En este caso no se identifican tendencias en cuanto a la precipitación (cuadro 30).

Cuadro 30. Estación Ucareo (16255) periodo 1981-2017.

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Enero	20.65	0.678	4.25	12.43	0.55	2.9	4.22	-0.267	-1.5	0.46	-0.146	-0.29
Febrero	21.82	0.631	3.58	13.2	0.444	2.6	4.59	-0.394	-2.41	0.24	-0.032	-1.51
Marzo	23.47	0.49	1.94	14.39	0.16	1.06	5.3	-0.517	-3.09	0.13	0.144	0.04
Abril	25.23	0.441	1.82	16.48	0.169	0.2	7.73	-0.225	-1.9	0.23	-0.242	-0.51
Mayo	26.01	0.457	2.64	17.61	0.172	0.98	9.21	-0.284	-1.4	1.04	-0.124	-0.29
Junio	24.11	0.537	2.88	16.75	0.34	1.7	9.38	-0.14	-0.98	3.77	-0.4	-1.86
Julio	22.42	0.682	4.15	15.84	0.523	3.14	9.26	-0.063	0.34	5.51	-0.255	-1.43

Meses	Tmax	r	z	Tmed	r	z	Tmin	r	z	Prec	r	z
Agosto	22.42	0.634	4.03	15.78	0.442	2.77	9.14	-0.037	-0.04	5.86	-0.352	-1.78
Septiembre	22.13	0.6	3.51	15.34	0.434	2.42	8.54	-0.034	-0.1	3.52	-0.152	-0.56
Octubre	21.77	0.621	4.22	14.56	0.434	2.64	7.36	-0.157	-0.97	1.3	-0.303	-1.62
Noviembre	21.3	0.584	2.67	13.49	0.369	1.88	5.68	-0.143	-1.45	0.43	-0.098	-1.05
Diciembre	20.73	0.662	4.32	12.67	0.464	2.01	4.61	-0.097	-1.45	0.15	-0.06	-0.76

Fuente: Elaboración propia con base en datos de salida de software Clic-MD V3.0 (2021).

6.1.3 Georeferenciación de los resultados de tendencias de cambio climático

Para facilitar la comprensión de los resultados sobre la identificación de tendencia de CC en la RC se considera necesario mapearlos y con ello ir bosquejando conclusiones al respecto. Este apartado se presenta un primer mapa que clasifica a las estaciones en función del número de meses que se identifican con tendencia de CC, en el entendido de que a mayor número de meses representa más exposición al riesgo y mayor vulnerabilidad. En los siguientes apartados se exponen mapas de Tmax, Tmed y Tmin con los comportamientos de aumento, disminución o no identificada.

6.1.3.1 Número de meses de tendencia de Cambio climático identificados

Para la construcción de este mapa se realizó un cuadro en el que se registran el número de meses de tendencia al alza y a la baja para las variables Tmax, Tmed, Tmin y Prec. El cuadro da cuenta que la estación con menos meses de tendencia identificada es “Cuitzeo” (16027) con 6, mientras que la que más presenta tendencias es “La Presa Malpais” (16096) del municipio de Queréndaro con 34 (Cuadro 30).

Cuadro 31. Número de meses con tendencia de CC por estación y variable.

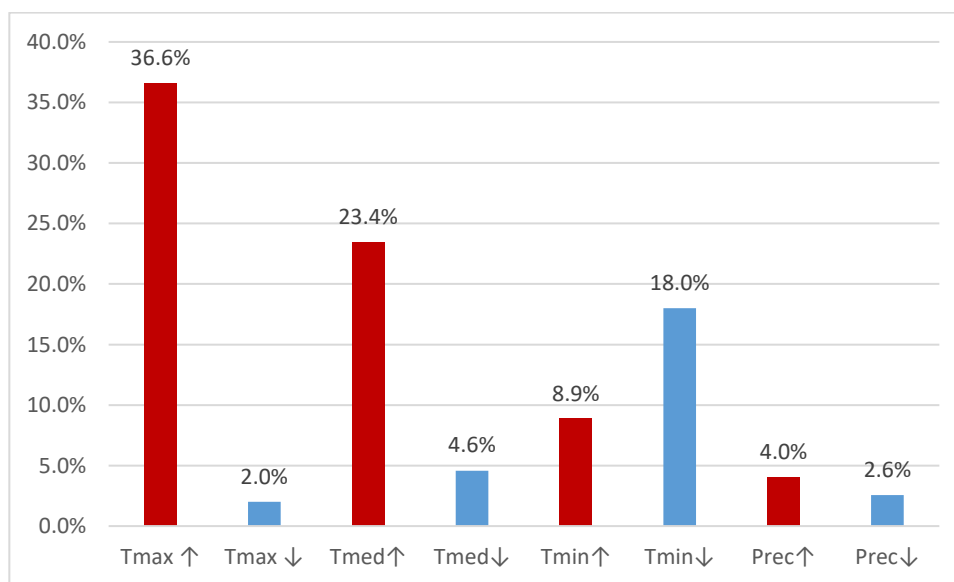
Estación	Tmax		Tmed		Tmin		Precipitación		Suma
	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	
16027	5	0	0	0	0	0	1	0	6
16114	0	0	1	0	1	0	0	4	6
16045	2	0	1	0	0	5	0	1	9
16105	5	0	1	0	0	6	0	1	13
16052	0	0	0	6	0	7	1	0	14
16023	9	0	2	0	0	5	0	0	16

Estación	Tmax		Tmed		Tmin		Precipitación		Suma
	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	#Meses Tend ↑	#Meses Tend ↓	
16001	0	7	0	9	0	0	0	1	17
16016	12	0	4	0	0	2	0	0	18
16055	8	0	0	0	0	7	4	0	19
16255	10	0	7	0	0	2	0	0	19
16028	10	0	6	0	0	5	1	0	22
16081	1	0	11	0	12	0	0	0	24
16022	11	0	2	0	0	11	1	0	25
16120	12	0	12	0	0	1	0	0	25
16254	9	0	11	0	4	0	1	0	25
16145	12	0	0	1	0	12	2	0	27
16091	12	0	12	0	5	0	0	2	31
16096	10	0	12	0	9	0	3	0	34
Suma	128	7	82	16	31	63	14	9	350

Fuente: Elaboración propia (2021).

También es posible notar que la tendencia que más se repite con 128 casos y que representan el 36.6% del total de los meses (350) en los que se identificó tendencia es la de Tmax al alza, después con el 23.4% de los casos la Tmed también al alza y la temperatura mínima a la baja (18%) (Figura 23).

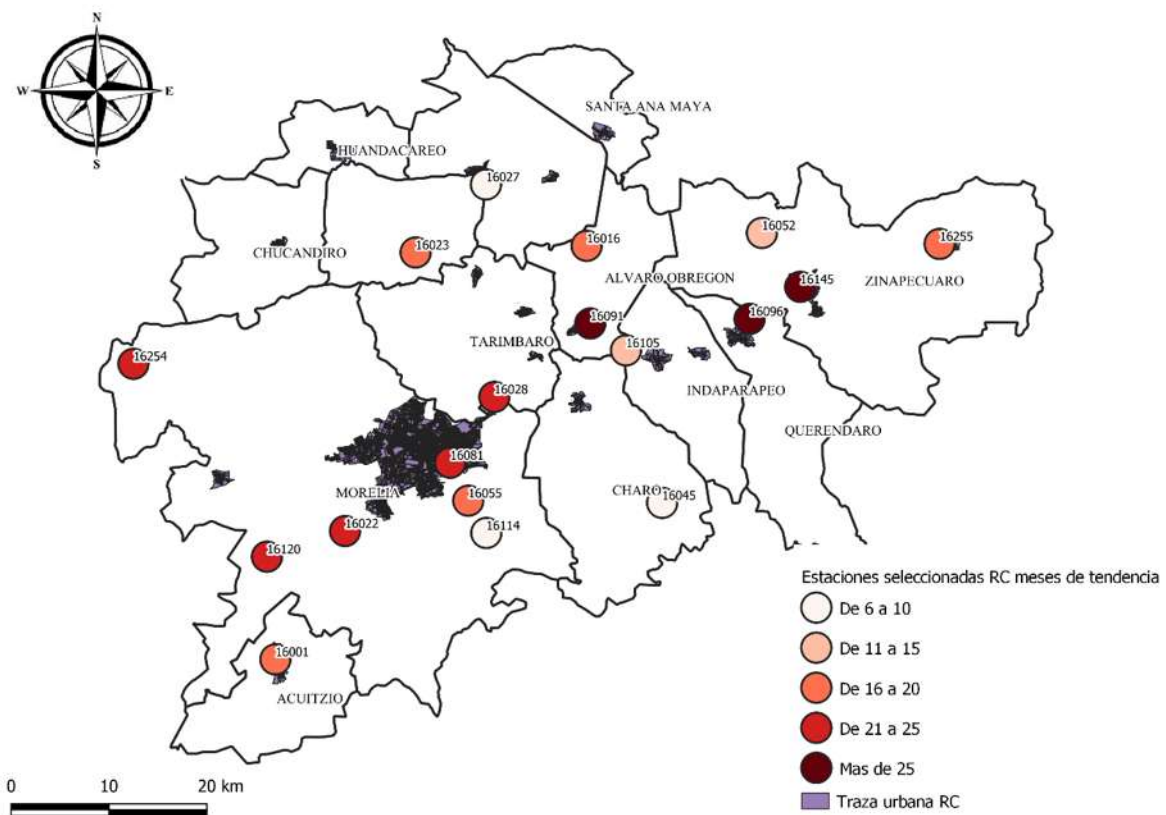
Figura 23. Porcentaje de tendencias de CC identificadas en la RC.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Luego de agregada la información en el cuadro 28, se agruparon las estaciones meteorológicas de acuerdo al número de tendencias identificadas en 5 grupos. Los grupos quedaron de la siguiente manera: i) de “6 a 10 meses”, ii) de “11 a 15”, iii) de 16 a 20, iv) de 21 a 25 y vi) más de 25. A partir de este procedimiento se georeferenciaron los resultados y se puede observar que la zona donde hay más señal de CC es en el centro- este de la RC, en los municipios de Álvaro Obregón, Queréndaro y Zinapécuaro. Al norte (Cuitzeo) y el sur de la región San Miguel del Monte (16114) y Charo (16045) es donde se observan menos meses de tendencia de CC. Cabe mencionar que este ejercicio permite bosquejar subregiones en función del CC (Figura 24).

Figura 24. Meses de tendencias identificadas de CC en la RC.

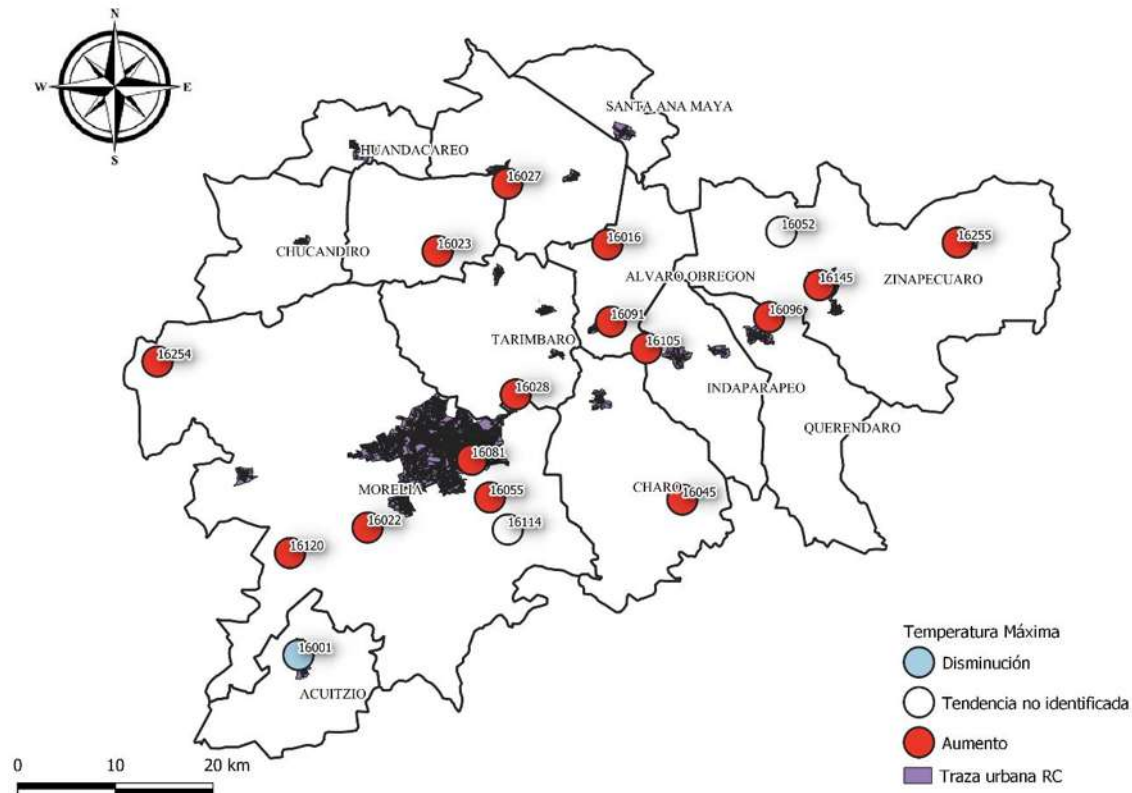


Fuente: Elaboración propia. Software QGis3.6.3 (2021).

6.1.3.2 Distribución de la Tmax en la Región Cuitzeo

Como se ha señalado en líneas anteriores, la tendencia de Tmax al alza es la que más se presenta en la RC, únicamente las estaciones de Acuitzio (16001) que presenta tendencia de Tmax a la baja y San miguel del Monte (16114) y Huingo (16052), estaciones en las que no se identificaron tendencias en este sentido, el resto presenta en, al menos uno de sus meses, tendencia de aumento de Tmax. Esto muestra evidencia de que la región se está calentando lo que supone repercusiones en términos productivos para el sector primario y resto de la economía (Figura 25).

Figura 25. Tendencia de la Tmax en la RC.



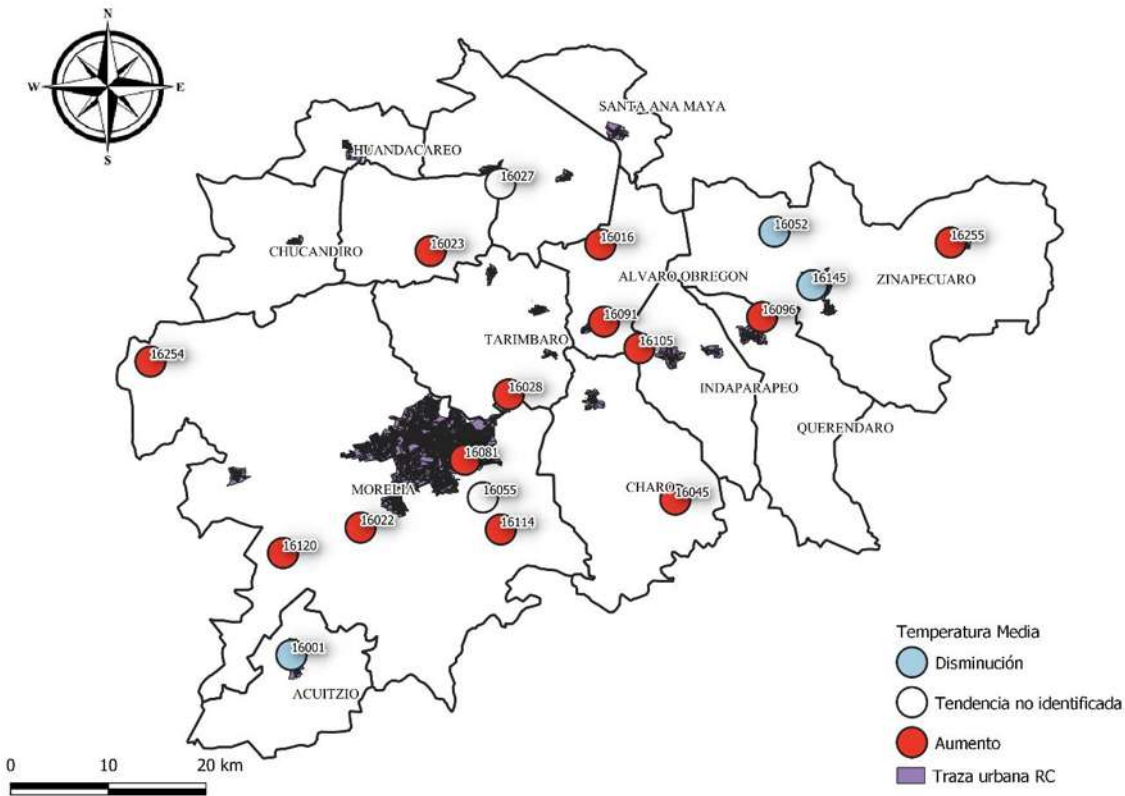
Fuente: Elaboración propia. Software QGis3.6.3 (2021).

6.1.3.3 Distribución de la Tmed en la Región Cuitzeo

El caso de la Tmed es muy similar al de la Tmax, en el sentido de que la mayoría de las estaciones registra aumento de ésta en por lo menos uno de los meses. Las

estaciones de Acuitzio (16001), Huingo (16052) y Zinapécuaro (16145) presentan disminución de esta variable y en Cuitzeo (16027) y Jesús del Monte (16055) no se muestra tendencia (Figura 26).

Figura 26. Tendencia de la Tmed en la RC.

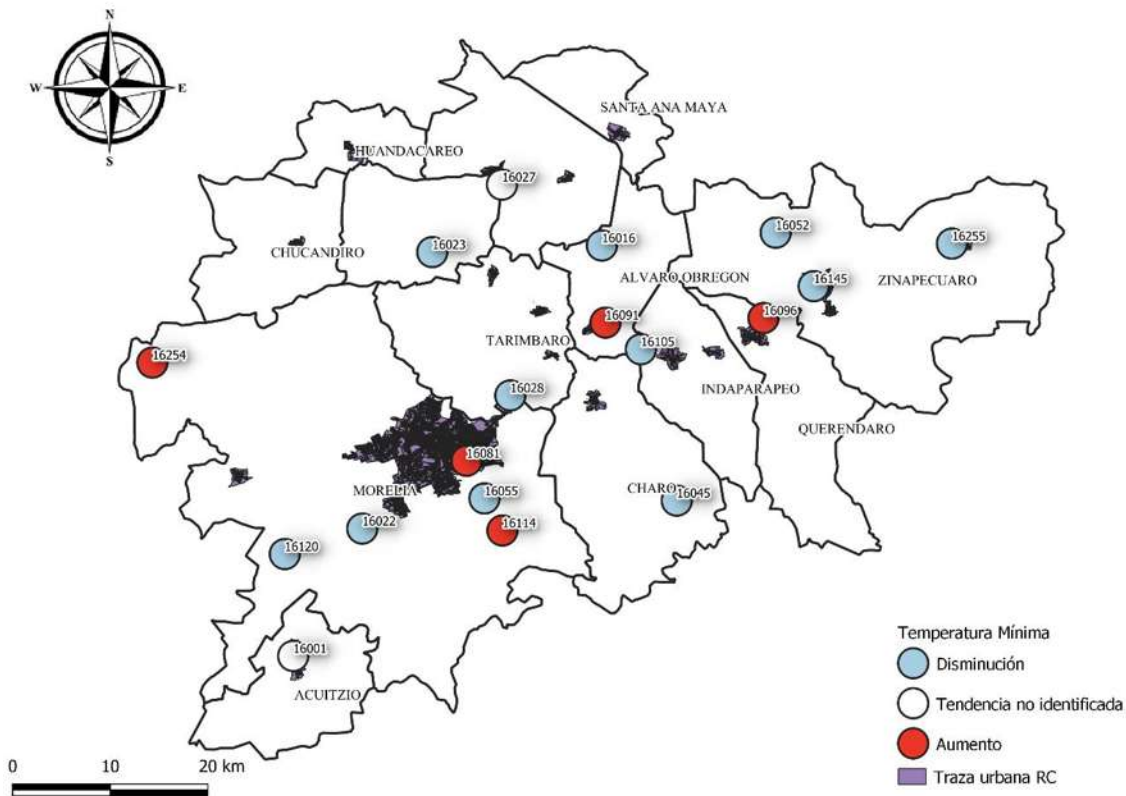


Fuente: Elaboración propia. *Software QGis3.6.3 (2021).*

6.1.3.4 Distribución de la Tmin en la Región Cuitzeo

Respecto a la temperatura mínima la tendencia general identificada es a la disminución son embargo las estaciones de Teremendo (16254), Morelia (16081), San Miguel del Monte (16114), Álvaro Obregón (16091) y Presa el Malpais (16096) presentan aumentos. Por su parte en las estaciones de Cuitzeo (16027) y Acuitzio (16001) no se identifican tendencias (Figura 27).

Figura 27. Tendencia de la Tmin en la RC.

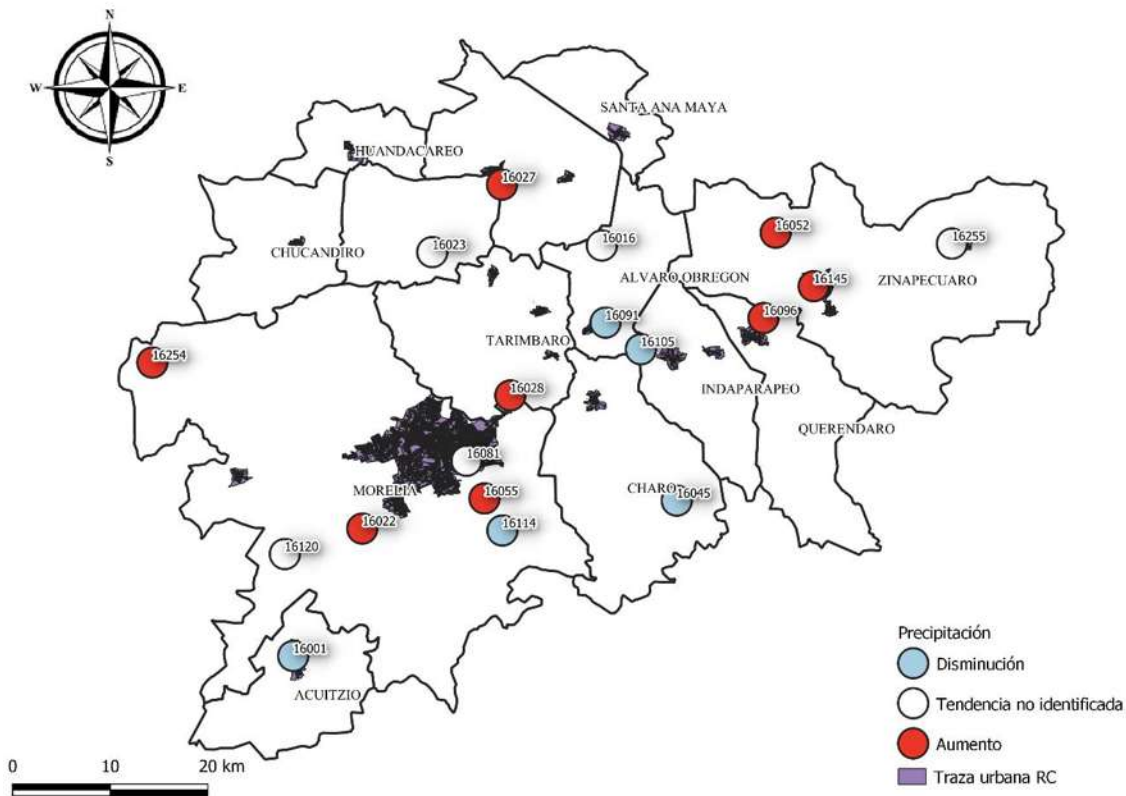


Fuente: Elaboración propia. Software QGis3.6.3 (2021).

6.1.3.5 Distribución de la Precipitación en la Región Cuitzeo

La precipitación es la que se distribuye de manera más heterogénea ya que en 5 estaciones no se identifica tendencia al respecto: Copándaro (16023), Carrillo Puerto (16016), Ucareo (16255), Morelia (16081) y Santiago Undameo (16120); Otro tanto de estaciones ubicadas en la zona centro y sur de la RC registran disminución: Acuitzio (16001), San Miguel del Monte (16114), El Temazcal (16045), Quirio (16105) y Álvaro Obregón (16091).; Las 8 estaciones restantes registran aumentos en alguno de sus meses en la cantidad de precipitación (Figura 24)

Figura 28. Tendencia de la Prec en la RC.



Fuente: Elaboración propia. Software QGis3.6.3 (2021).

6.2 VULNERABILIDAD AGRÍCOLA DE LA REGIÓN CUITZEO

De acuerdo a lo expuesto en el apartado metodológico, a continuación se presentan los resultados que se derivan del análisis cuantitativo de la información disponible en la AMCA (INEGI, 2016) y del SIACON (2021) a nivel municipal para la RC. Se detallarán los datos obtenidos para los índices de superficie agrícola regional, de propiedad comunal, de derechos sobre la tierra, de tamaño de productores, de tipo de agricultura, de tamaños de parcelas y de diversificación agropecuaria.

6.2.1 Índice de superficie agrícola regional

Para estimar este indicador se contó con la información de la superficie total (Ha) y el número de terrenos por municipios. En apego a lo descrito en el apartado metodológico se multiplicó el porcentaje de la superficie agrícola que cada municipio representa respecto al total regional por el peso relativo del tamaño promedio de las

parcelas. De manera que este indicador incluye, por un lado, el peso de la superficie agrícola de la que dispone cada municipio respecto a la RC y por otro, el tamaño promedio de sus terrenos agrícolas (Cuadro 32).

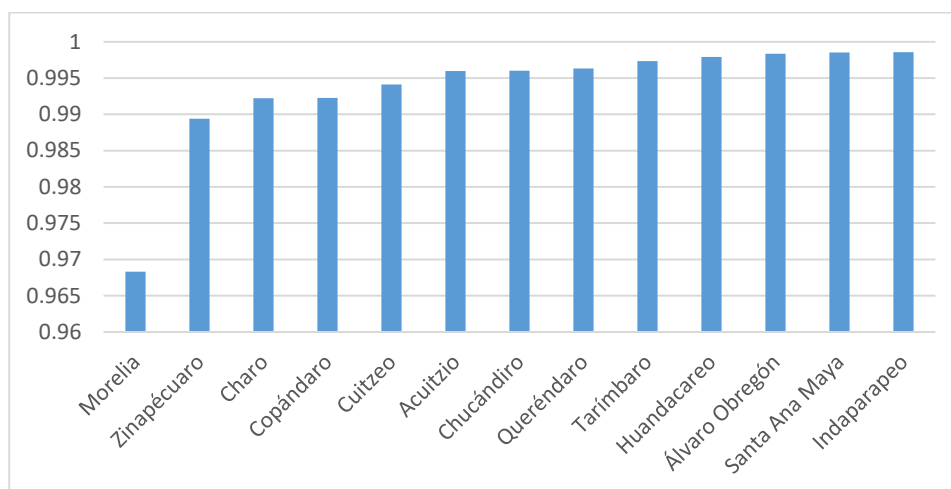
Cuadro 32. Índice de superficie agrícola regional RC.

Municipio	Terrenos		% superficie agrícola RC	Tamaño promedio de terrenos	Peso relativo del tamaño promedio de parcelas	Vulnerabilidad relativa a la superficie RC	Índice de superficie agrícola regional
	Número	Superficie Total (Ha)					
	A	B					
Acuitzio	2 521	16 846.09	0.0463	6.682	0.087	0.0040	0.9960
Álvaro Obregón	4 699	14 639.48	0.0402	3.115	0.040	0.0016	0.9984
Copándaro	1 322	16 935.33	0.0465	12.810	0.166	0.0077	0.9923
Cuitzeo	3 648	24 516.60	0.0673	6.721	0.087	0.0059	0.9941
Charo	4 442	31 103.63	0.0854	7.002	0.091	0.0078	0.9922
Chucándiro	3 151	18 742.92	0.0515	5.948	0.077	0.0040	0.9960
Huandacareo	1 396	8 997.09	0.0247	6.445	0.084	0.0021	0.9979
Indaparapeo	6 830	16 391.45	0.0450	2.400	0.031	0.0014	0.9986
Morelia	12 265	104 307.10	0.2865	8.504	0.111	0.0317	0.9683
Queréndaro	4 552	21 593.08	0.0593	4.744	0.062	0.0037	0.9963
Santa Ana Maya	2 332	9 824.21	0.0270	4.213	0.055	0.0015	0.9985
Tarímbaro	7 713	23 882.68	0.0656	3.096	0.040	0.0026	0.9974
Zinapécuaro	10 686	56 273.54	0.1546	5.266	0.068	0.0106	0.9894
		364 053.20		76.947			

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Los resultados muestran que es Morelia el municipio menos vulnerable en este sentido ya que contiene el 28.7% del total de la superficie agrícola de la RC y sus terrenos en promedio son de 8.5 ha. Por su parte el municipio más vulnerable es Indaparapeo ya que su superficie agrícola representa el 4.5% respecto al total de la RC y el promedio del tamaño de sus terrenos es de 2.4 ha (Figura 29).

Figura 29. Índice de superficie agrícola regional RC.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

6.2.2 Índice de propiedad comunal

En el caso de este indicador se obtiene el porcentaje de la superficie municipal agrícola que se encuentra bajo el régimen comunal. El resultado es restado a la unidad para que a medida que se acerque a 1 el municipio es más vulnerable, es decir menos propiedad comunal. Los resultados muestran que solo 5 municipios tienen superficie bajo este régimen (Cuadro 33).

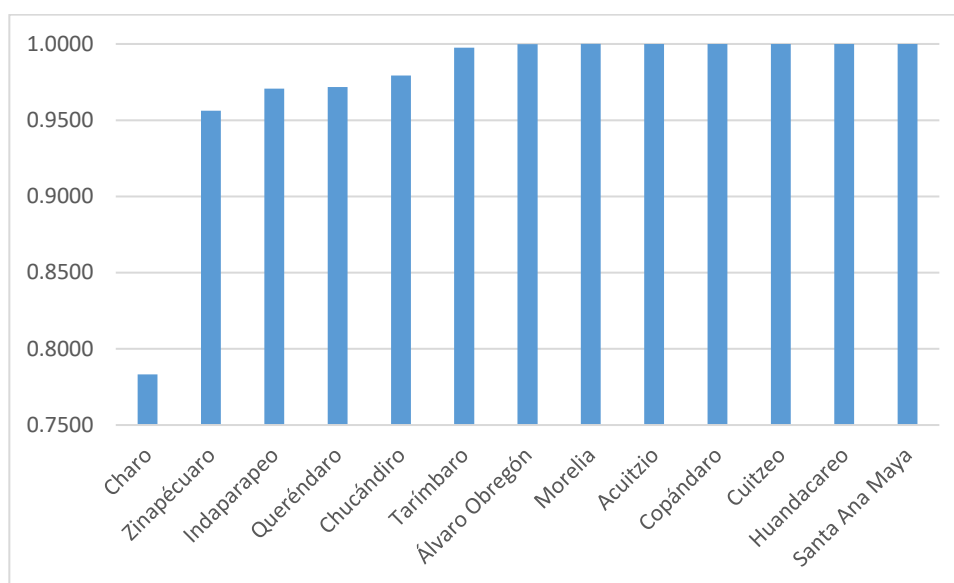
Cuadro 33. Índice de propiedad comunal.

Municipio	% superficie comunal	Índice de propiedad comunal
Acuitzio	0.0000	1.0000
Álvaro Obregón	0.0000	1.0000
Copándaro	0.0000	1.0000
Cuitzeo	0.0000	1.0000
Charo	0.2167	0.7833
Chucándiro	0.0208	0.9792
Huandacareo	0.0000	1.0000
Indaparapeo	0.0292	0.9708
Morelia	0.0000	1.0000
Queréndaro	0.0283	0.9717
Santa Ana Maya	0.0000	1.0000
Tarímbaro	0.0023	0.9977
Zinapécuaro	0.0438	0.9562

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Los resultados muestran que es Charo el municipio que tiene mayor porcentaje de su superficie agrícola bajo el régimen comunal (21.7%), seguido de Zinapécuaro (4.38%), Indaparapeo (2.9%), Queréndaro (2.8%), Chucándiro (2.1%) y Tarímbaro (0.23%) (Figura 30).

Figura 30. Índice de propiedad comunal.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

6.2.3 Índice de derechos sobre la tierra

En este caso se trata de un indicador ponderado en el que se definió el grado de valor mayor (1) a la figura jurídica más definida “propia”, hasta la “no especificada” (0.1429). El procedimiento completo de su estimación se encuentra en el anexo 2; a continuación, se expone el cuadro que sintetiza los valores que se obtuvieron en cada figura jurídica por municipio (Cuadro 34).

Cuadro 34. Índice de derechos sobre la tierra.

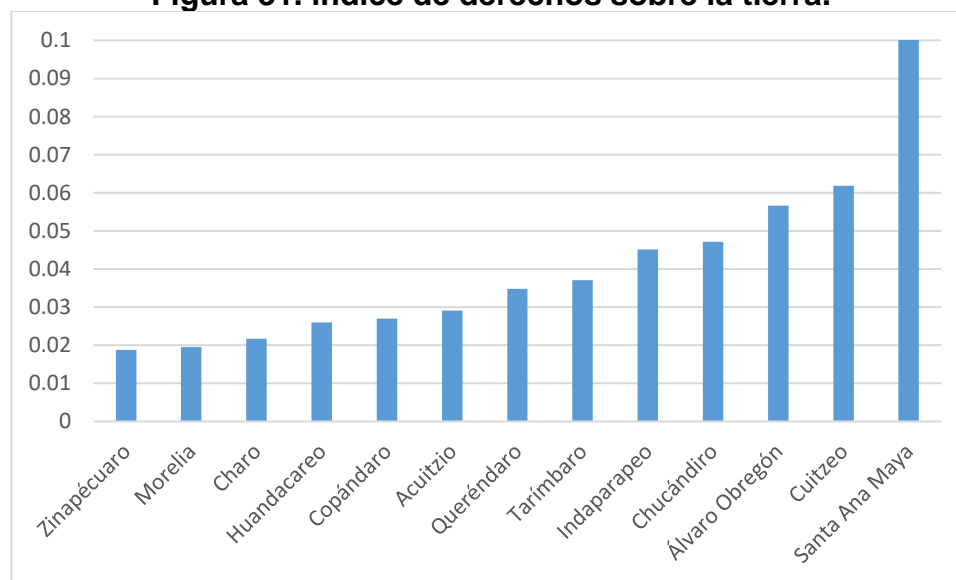
Municipio	Derechos sobre la tierra							Índice de Derechos sobre la tierra
	Propia	Rentada	A medias o en aparcería	Prestada	Concesión	Posesión	No especificado	
Acuitzio	0.90836969	0.01802006	0.02606675	0.01813339	0	0	0.00034	0.02907
Álvaro Obregón	0.80698021	0.07442313	0.02447329	0.03186088	0.00355699	0.0018241	0.00021281	0.05667
Copándaro	0.91376702	0.02204452	0.01999136	0.01556084	0.00032418	0.00129674	0	0.02702

Municipio	Derechos sobre la tierra							Índice de Derechos sobre la tierra
	Propia	Rentada	A medias o en aparcería	Prestada	Concesión	Poseción	No especificado	
Cuitzeo	0.82072368	0.03782895	0.03367794	0.04151003	0.00105733	0.00305451	0.00031328	0.06183
Charo	0.9385412	0.0021226	0.02170837	0.01569435	0	0.00012864	9.6482E-05	0.02171
Chucándiro	0.87559505	0.01441719	0.01201433	0.05005214	0.00013601	0.00054404	0.00013601	0.04711
Huandacareo	0.90401146	0.04359394	0.00818666	0.01760131	0	0.00040933	0.00020467	0.02599
Indaparapeo	0.86764275	0.02974273	0.04287806	0.01020707	0	0.00322108	0.00121314	0.04510
Morelia	0.94129637	0.01243958	0.01321996	0.01257935	0.00010483	0.00076874	0.00010483	0.01949
Queréndaro	0.85962214	0.0670349	0.02306678	0.01493849	0	6.2767E-05	0.00050213	0.03477
Santa Ana Maya	0.61320755	0.07939231	0.1696888	0.03136486	0	0	0.00024504	0.10610
Tarímbaro	0.87760923	0.0401178	0.0162064	0.02822693	0	0.00055565	0.00022226	0.03706
Zinapécuaro	0.92962755	0.03168364	0.00528061	0.01449159	8.0212E-05	0	6.6843E-05	0.01877

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Los resultados muestran que en todos los municipios la figura jurídica imperante de derechos sobre la tierra es la “propia”, sin embargo, existen terrenos que son trabajados en posesión o concesiones no reguladas. En el caso de Santa Ana Maya, municipio más vulnerable de acuerdo a este procedimiento, se puede observar que es el que tiene mayor cantidad de terrenos en figuras como “a medias o en aparcería” y “prestada”, mientras que en Zinapécuaro la mayor cantidad de tierras se encuentra bajo las figuras “propia” y “rentada” (Figura 31).

Figura 31. Índice de derechos sobre la tierra.

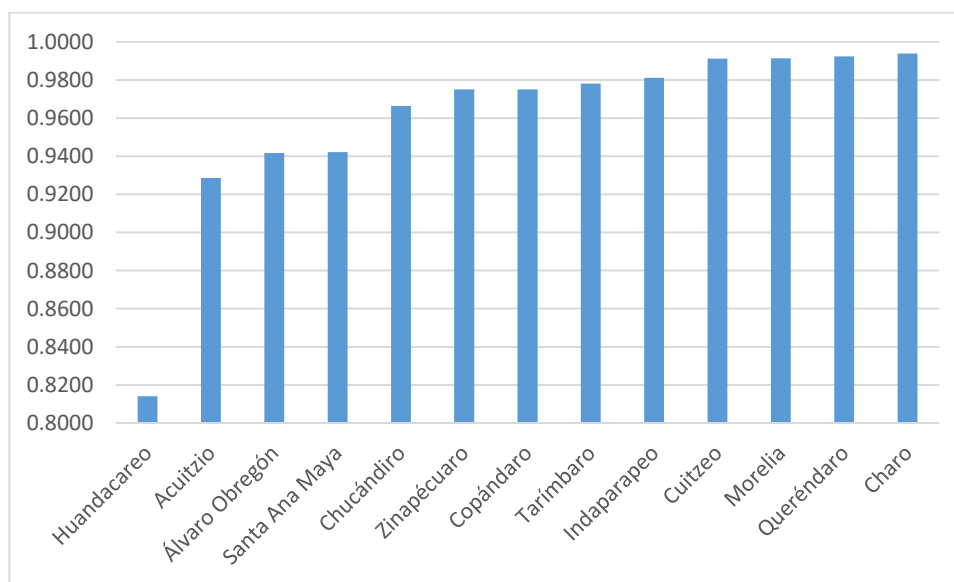


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

6.2.4 Índice de tamaño de productores

Se trata de un indicador que refleja el porcentaje de productores pequeños y medianos respecto al total municipal. De manera que el municipio más vulnerable es aquel en el que este porcentaje es mayor. Los resultados muestran que el municipio con mayor cantidad de productores “grandes” es Huandacareo ya que el porcentaje obtenido es 81.41% de productores pequeños. El municipio con mayor porcentaje de productores pequeños es Charo (99.40%), sin embargo, Cuitzeo, Morelia y Queréndaro se encuentran en una situación muy similar al respecto (Figura 32).

Figura 32. Índice de tamaño de productores.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

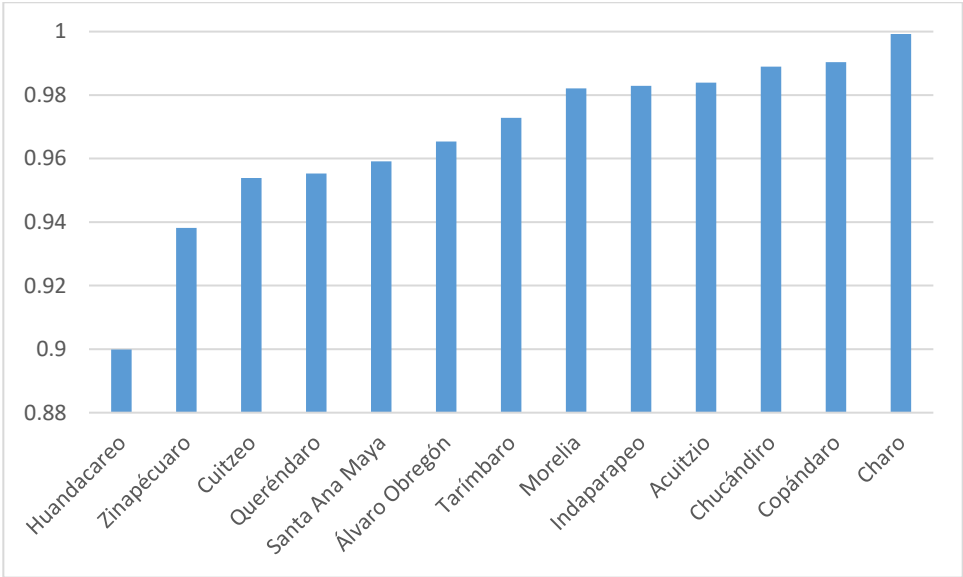
6.2.5 Índice de tipo de agricultura

En el caso del indicador sobre el tipo de agricultura se considera el porcentaje de la superficie total que es dedicada principalmente a agricultura a cielo abierto, asumiendo que ésta es más vulnerable que la agricultura protegida. La memoria de los datos obtenidos al respecto se encuentra en el anexo 3.

Los resultados son consistentes con el apartado anterior ya que Huandacareo es también en este aspecto el municipio menos vulnerable con 89% de su agricultura

a cielo abierto mientras que Charo es el de mayor vulnerabilidad ya que el (99.9%) de su agricultura es a cielo abierto (Figura 33).

Figura 33. Índice de tipo de agricultura.

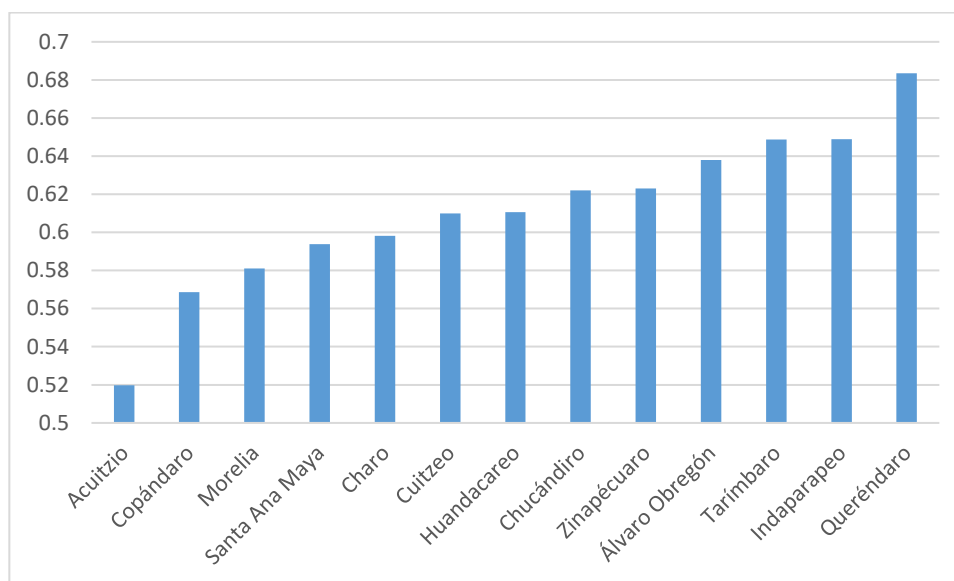


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

6.2.6 Índice de tamaños de parcelas

Este indicador da mayor importancia a los terrenos grandes (> 20 ha) y menores ponderaciones en la medida que se reduce el tamaño de las parcelas (Ver anexo 4). Por lo tanto, sus resultados permiten dimensionar la distribución de los tamaños de terrenos en el municipio. En este caso Acuitzio resulta el de menor vulnerabilidad ya que entre sus datos se puede ver que alrededor del 28% de sus terrenos se encuentran entre 5 a 20 y > de 20 ha; en contraste, el municipio de Queréndaro resulta ser el más vulnerable debido a que el 79% de sus terrenos agrícolas se tienen tamaños menores a 2 ha. Cabe destacar que pese a que Morelia es el municipio con mayor porcentaje de terrenos mayores a 20 ha (4%) también tiene un alto porcentaje (58%) en categoría de menores de 2 ha (Figura 34).

Figura 34. Índice de tamaño de parcelas.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

6.2.7 Índice de diversificación agrícola

Para este indicador se consideraron todas las actividades agrícolas que se registran para cada municipio en el SIACON (2021). Y dado que cada municipio tiene diferente número de actividades es que se ha considerado como herramienta el cálculo de su desviación estándar. Por ejemplo, Acuitzio registra 7 cultivos de los cuales el 48% es aguacate y el 46% es maíz en grano; por el contrario, Copándaro registra 19 cultivos de los cuales el principal es el maíz en grano (43%) y el resto se distribuye de manera más homogénea en porcentajes que oscilan entre el 2 y el 16%. En este caso la desviación estándar de Acuitzio (0.2086) es mayor para el rubro de la superficie sembrada que la de Copándaro (0.0980), por lo que se deduce que en este caso la producción de Acuitzio se encuentra más concentrada y por ende dependiente de menos cultivos que en el caso de Copándaro (Anexo 5).

El ejercicio anterior, de acuerdo con la metodología expuesta, se realizó para las variables de superficie sembrada y valor de la producción, ambas agrícolas. Al final se realiza la suma de las desviaciones y en función del valor más alto se asume el valor de la unidad (Cuadro 35).

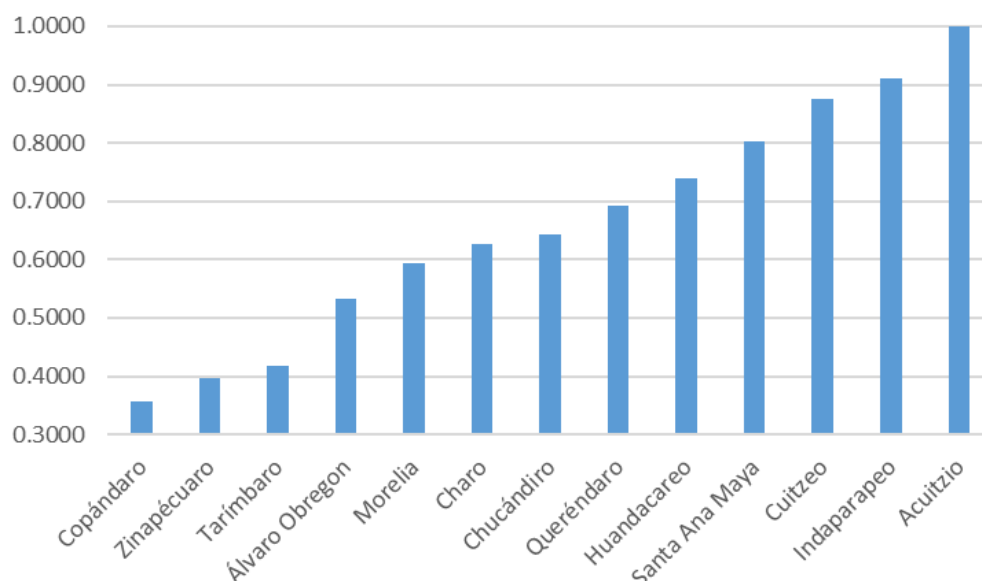
Cuadro 35. Índice de diversificación agrícola.

Municipio	Agrícola		Suma de las desviaciones	Índice de diversificación agrícola
	Superficie sembrada	Valor de la producción		
Acuitzio	0.2086	0.3192	0.5278	1.0000
Álvaro Obregón	0.1570	0.1238	0.2809	0.5322
Copándaro	0.0980	0.0902	0.1882	0.3565
Cuitzeo	0.2696	0.1921	0.4617	0.8748
Charo	0.1976	0.1337	0.3313	0.6278
Chucándiro	0.1873	0.1516	0.3389	0.6421
Huandacareo	0.2144	0.1758	0.3902	0.7393
Indaparapeo	0.2339	0.2464	0.4803	0.9100
Morelia	0.1988	0.1151	0.3139	0.5947
Queréndaro	0.1974	0.1683	0.3656	0.6927
Santa Ana Maya	0.2122	0.2112	0.4235	0.8024
Tarímbaro	0.1302	0.0907	0.2209	0.4186
Zinapécuaro	0.1113	0.0983	0.2096	0.3971

Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIACON (2021).

Los resultados muestran que los municipios menos vulnerables en términos de diversificación agropecuaria son Copándaro (0.3565) y Zinapécuaro (0.3971), mientras que Acuitzio por su dependencia al cultivo de aguacate que representa el 48% de su superficie sembrada y el 92% del valor de su producción, es el más vulnerables en este rubro (Figura 35).

Figura 35. Índice de diversificación agrícola.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de SIACON (2021).

6.2.8 Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal (IGVAM)

Hasta el momento se han descrito resultados que se derivan del análisis de variables cuantitativas disponibles en la AMCA (INEGI, 2016) y el SIACON (2021) las cuales se han integrado en indicadores que den cuenta de la situación de vulnerabilidad agrícola en la RC. El resultado de los 7 indicadores da cuenta de la heterogeneidad de la RC en términos de producción agrícola; sin embargo, el esfuerzo de estimarlos en la misma escala (0-1) y sentido (entre más cercano a 1 mayor vulnerabilidad) posibilita su integración y de esta manera visualizar el panorama general de la RC (Cuadro 36).

Cuadro 36 índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal

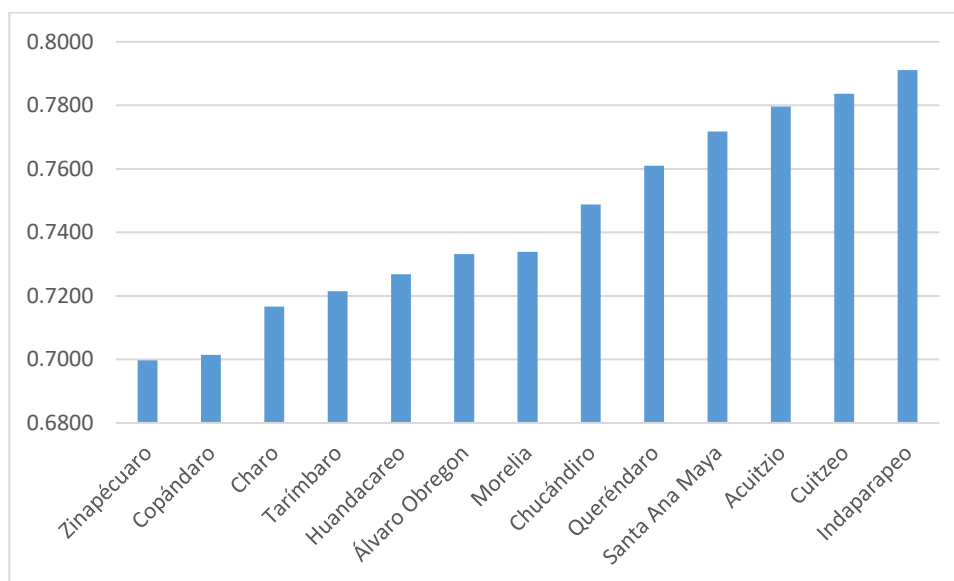
Municipio	Indicadores de vulnerabilidad							Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal
	Índice de superficie agrícola regional (+)	índice propiedad comunal (+)	I. Derechos sobre la tierra (+)	I. Tamaño de productores (+)	Tipo de agricultura (Cielo abierto o protegida) (+)	Índice de tamaños de parcelas (+)	Índice de diversificación agrícola (+)	
Acuitzio	0.9960	1.0000	0.0291	0.9286	0.9839	0.5198	1.0000	0.7796
Álvaro Obregón	0.9984	1.0000	0.0567	0.9416	0.9654	0.6379	0.5322	0.7332

Municipio	Indicadores de vulnerabilidad							Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal
	Índice de superficie agrícola regional (+)	índice propiedad comunal (+)	I. Derechos sobre la tierra (+)	I. Tamaño de productores (+)	Tipo de agricultura (Cielo abierto o protegida) (+)	Índice de tamaños de parcelas (+)	Índice de diversificación agrícola (+)	
Copándaro	0.9923	1.0000	0.0270	0.9752	0.9904	0.5687	0.3565	0.7014
Cuitzeo	0.9941	1.0000	0.0618	0.9912	0.9539	0.6099	0.8748	0.7837
Charo	0.9922	0.7833	0.0217	0.9940	0.9993	0.5982	0.6278	0.7166
Chucándiro	0.9960	0.9792	0.0471	0.9664	0.9889	0.6220	0.6421	0.7488
Huandacareo	0.9979	1.0000	0.0260	0.8141	0.8999	0.6107	0.7393	0.7268
Indaparapeo	0.9986	0.9708	0.0451	0.9812	0.9829	0.6489	0.9100	0.7911
Morelia	0.9683	1.0000	0.0195	0.9913	0.9821	0.5811	0.5947	0.7339
Queréndaro	0.9963	0.9717	0.0348	0.9924	0.9553	0.6834	0.6927	0.7610
Santa Ana Maya	0.9985	1.0000	0.1061	0.9422	0.9592	0.5939	0.8024	0.7717
Tarímbaro	0.9974	0.9977	0.0371	0.9782	0.9728	0.6487	0.4186	0.7215
Zinapécuaro	0.9894	0.9562	0.0188	0.9751	0.9382	0.6231	0.3971	0.6997

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

En el cuadro anterior se marcan con color verde el valor del municipio que resultó menos vulnerable para ese indicador y en color naranja los valores del municipio más vulnerable. Los resultados del indicador general muestran que Zinapécuaro es el municipio menos vulnerable dado que en la mayoría de los casos se mantiene valores bajos lo que permite que la conjugación de estos elementos le permitan asumir de mejor manera los fenómenos climáticos. El municipio que presenta mayor vulnerabilidad es Indaparapeo (0.7911) dado que aspectos como la distribución de sus terrenos agrícolas (poco terreno muy parcelado) y su diversificación concentrada destacan principalmente en sus valores (Figura 36).

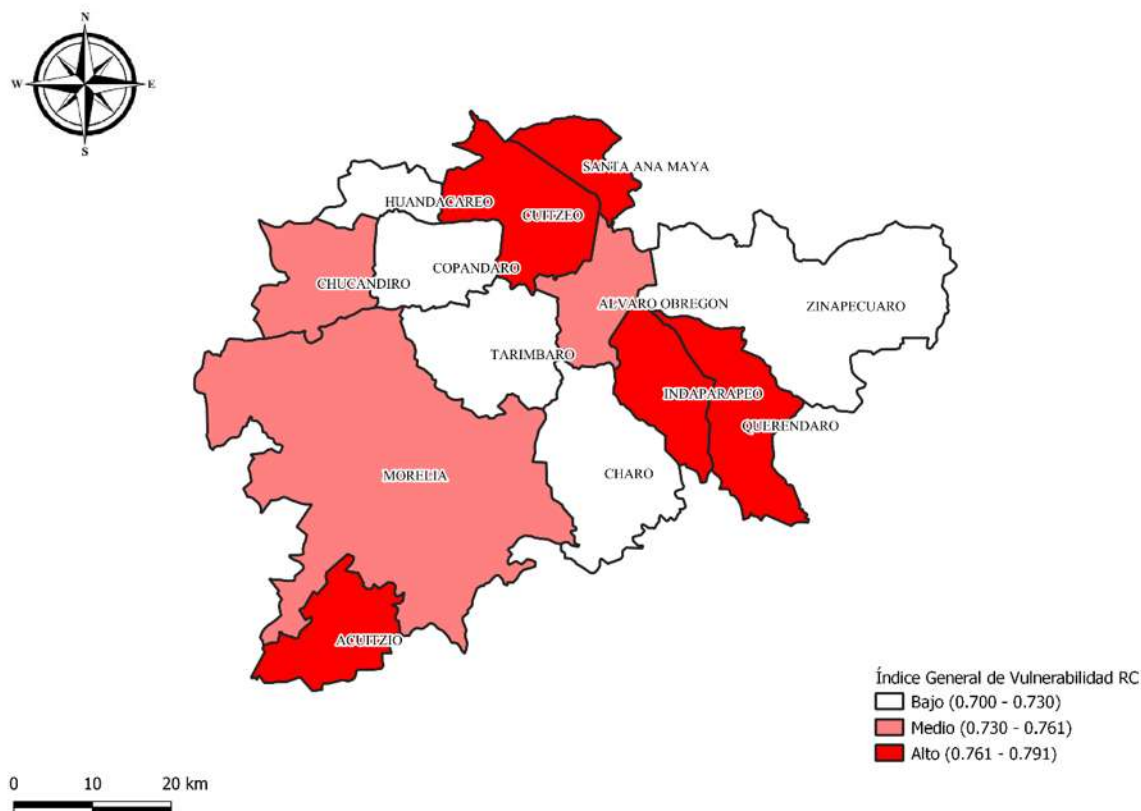
Figura 36. Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal RC.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

Con base en los resultados anteriores se realizó la agrupación del IGVAM en tres grupos según la distribución de valores y es posible señalar que los municipios de Zinapécuaro, Copándaro y Charo se agrupan en un grado de vulnerabilidad “Bajo” mientras que se pueden bosquejar algunas regiones con los grupos de “Medio” y “Alto” (Figura 37).

Figura 37. Índice General de Vulnerabilidad Agrícola Municipal RC.

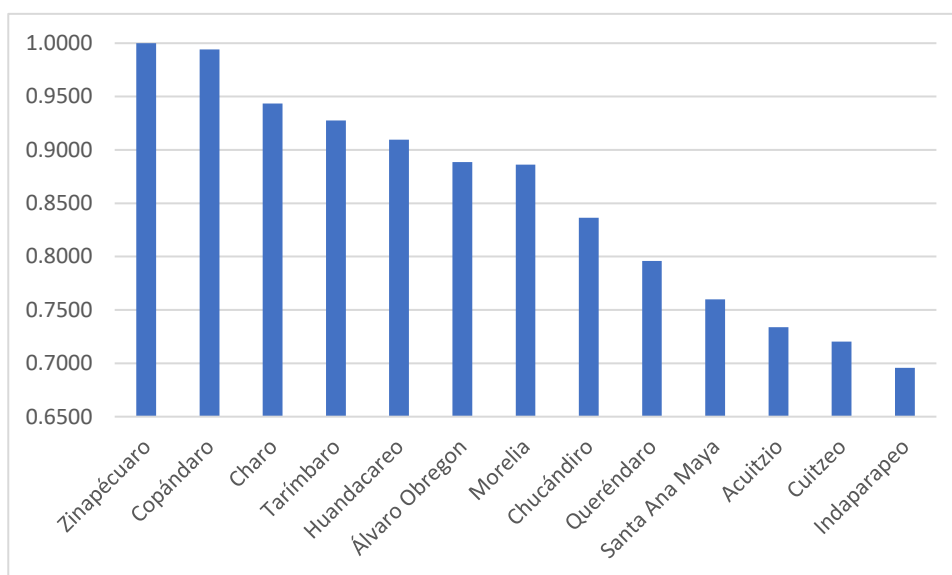


Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

6.2.9 Capacidades adaptativas y riesgo municipal de la Región Cuitzeo de Michoacán.

A partir de la consideración de que las capacidades adaptativas pueden ser entendidas como la inversa de la vulnerabilidad (Ortiz, 2017), en el presente apartado se muestran los resultados de la RC en términos de capacidades adaptativas de la agricultura. Esta información resulta de estimar la inversa del IGVAM ($1 - \text{IGVAM}$) y los resultados obtenidos convertirlos a datos base 1, de manera que el municipio con mayores capacidades adaptativas para la agricultura en la RC tiene valor de 1 (Zinapécuaro) y el de menores capacidades adaptativas de 0.6957 (Indaparapeo). En el siguiente gráfico se muestran en orden descendente los valores de las capacidades adaptativas agrícolas de la RC (Figura 38).

Figura 38. Índice de Capacidad Adaptativa Agrícola Municipal RC.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

Por otro lado, y como componente adicional a revisar en la presente investigación, se ha realizado un cálculo del riesgo. Para este caso la literatura sugiere que el riesgo viene dado de la vulnerabilidad por la amenaza (Blaikie *et al.*, 1996), de manera que considerando el IGVAM y la amenaza de CC resultante del número de meses con identificación de tendencia de CC, es posible construir un Índice de Riesgo Agrícola Municipal para la RC (IRAM-RC).

El procedimiento de construcción del IRAM-RC considera el promedio de meses de tendencia de CC identificados por las estaciones de cada municipio, a partir de ello se eligió el valor más alto como referencia (Queréndaro, 34 meses) para convertir los datos a un rango de entre 0 y 1, dicho valor se multiplicó por el IGVAM. Es importante mencionar que los municipios de Huandacareo, Santa Ana Maya y Chucándiro no cuentan con datos de CC ya que sus estaciones meteorológicas no disponen de la calidad de información requerida para este estudio, por esta razón se decidió emplear la información de la estación meteorológica más cercana geográficamente al centro del municipio (Cuadro 37).

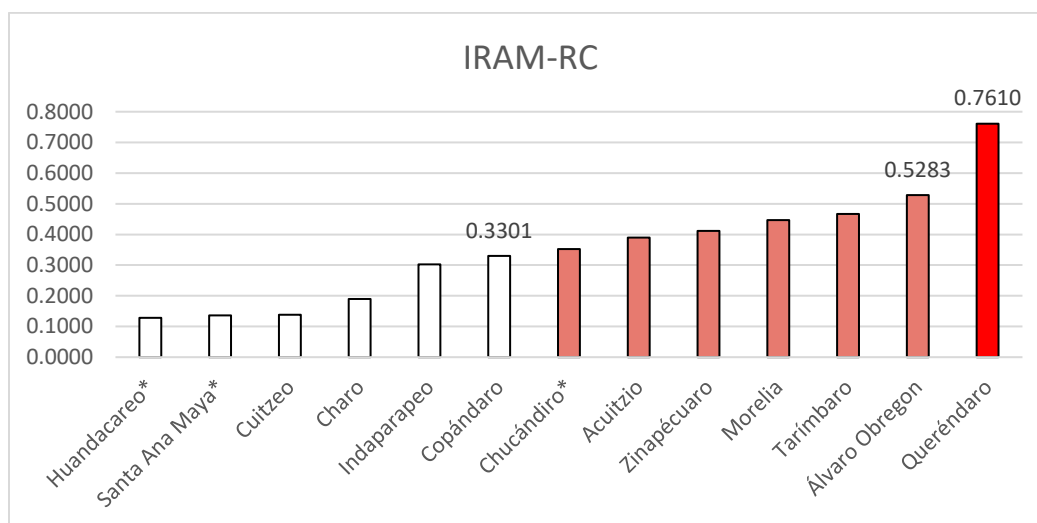
Cuadro 37 Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.

Municipio RC	IGVAM	Promedio de meses de TCC	Amenaza base 1	IRAM-RC
Huandacareo*	0.7268	6	0.1765	0.1283
Santa Ana Maya*	0.7717	6	0.1765	0.1362
Cuitzeo	0.7837	6	0.1765	0.1383
Charo	0.7166	9	0.2647	0.1897
Indaparapeo	0.7911	13	0.3824	0.3025
Copándaro	0.7014	16	0.4706	0.3301
Chucándiro*	0.7488	16	0.4706	0.3524
Acuitzio	0.7796	17	0.5000	0.3898
Zinapécuaro	0.6997	20	0.5882	0.4116
Morelia	0.7339	20.7	0.6088	0.4468
Tarímbaro	0.7215	22	0.6471	0.4668
Álvaro Obregón	0.7332	24.5	0.7206	0.5283
Queréndaro	0.7610	34	1.0000	0.7610

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

En el caso del municipio de Chucándiro, se empleó la información de la estación 16023 de Copándaro; para Huandacareo se utilizaron los datos de la estación 16027 de Cuitzeo, de igual manera ésta última estación se utilizó para el municipio de Santa Ana Maya. Los resultados fueron agrupados en 3 categorías de igual amplitud que expresan el riesgo en términos de bajo (0.1283-0.3392), medio (0.3392-0.5501) y alto (0.5501-0.7610) (Figura 39).

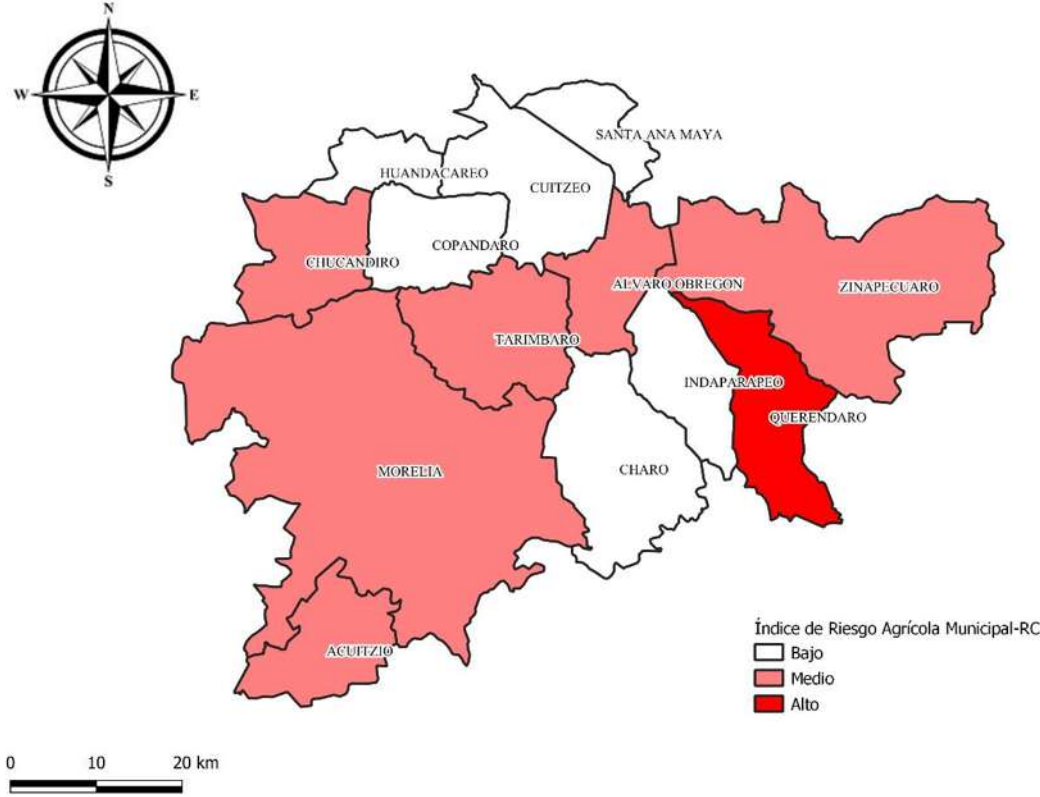
Figura 39 Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016) y SIACON (2021).

La georreferenciación de estos resultados permite observar que los municipios del norte de la RC son los que presentan menor riesgo en su producción agrícola dadas sus capacidades adaptativas y su exposición al CC. En la misma situación se encuentran los municipios del sureste de la región, debido principalmente a que hay poca evidencia de señal de CC en las zonas altas y que aún conservan cobertura de bosque. El mayor nivel de riesgo de la RC lo tiene Queréndaro ya que la estación Presa Malpais (16096) ubicada en la zona baja del municipio es la que reporta mayor cantidad de meses (34 meses) de tendencia de CC (Figura 40).

Figura 40. Índice de Riesgo Agrícola Municipal RC.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fuente: Elaboración propia. *Software QGis3.6.3* (2022).

6.3 Señal de cambio climático y producción agrícola en la Región Cuitzeo de Michoacán

Para el análisis de la producción agrícola de la RC se utilizó el SIACON-NG y a partir de su información se eligieron los cultivos de mayor valor de la producción al año 2019 y que contara con información de al menos, cinco años anteriores y consecutivos en el periodo de 2003-2019, ya que es del que se dispone en el sistema antes mencionado.

A partir de la selección de los cultivos por municipio, se integró una base de datos que permitiera calcular el coeficiente de variación de Pearson (CV) empleando como referencia el rendimiento (Ton/ha) de los años (2003-2019). Este indicador mide el porcentaje de las variaciones de una variable respecto a la media de ésta (Vargas, 1995), de tal manera que es posible suponer que las variaciones en el rendimiento de los cultivos pueden estar asociadas, entre otros factores, al cambio de clima, por tanto, un municipio que presente una alta variación se encuentra en situación de mayor vulnerabilidad respecto a otro en el que su coeficiente sea bajo.

Además del CV, se estimaron las tasas de crecimiento de la producción y del rendimiento para el periodo antes referido. A partir de la información obtenida se realizaron pruebas de análisis de varianza (Serrano, 2003) a fin de identificar las diferencias significativas existentes en el comportamiento de las variables.

El procedimiento de selección de los cultivos de la RC arrojó como resultado 47 cultivos de riego y temporal. Así mismo, la información muestra que la sumatoria de los cultivos que se producen en cada municipio es de 203, de los cuales 142 son de riego y 61 de temporal (véase cuadro 38).

Cuadro 38 Principales productos agrícolas de la Región Cuitzeo Michoacán.

	Cultivo	# de municipios			Cultivo	# de municipios	
		Riego	Temporal			Riego	Temporal
1	Agave		1	25	Garbanzo grano	5	
2	Aguacate	7	5	26	Guayaba	1	
3	Alfalfa verde	11		27	Haba grano		1
4	Avena forrajera en verde	13	6	28	Jícama	1	
5	Betabel	1		29	Lechuga	3	
6	Brócoli	1		30	Lenteja	1	1

	Cultivo	# de municipios			Cultivo	# de municipios	
		Riego	Temporal			Riego	Temporal
7	Calabacita	4		31	Maíz grano	13	13
8	Camote	1		32	Manzana	1	
9	Cebada grano	1		33	Nopalitos	1	1
10	Cebolla	7	1	34	Nube (manejo)	2	
11	Chícharo	1		35	Pastos y praderas	1	2
12	Chile seco	1		36	Pepino	2	
13	Chile verde	4		37	Pera		1
14	Cilantro	1		38	Rábano	1	
15	Ciruela	1	1	39	Semilla de maíz grano	1	
16	Col (repollo)	2		40	Sorgo grano	11	12
17	Coliflor	2		41	Tomate rojo (jitomate)	6	
18	Durazno	3	1	42	Tomate verde	4	2
19	Ebo (janamargo o veza)	6	2	43	Trébol	1	
20	Ejote	1		44	Trigo grano	10	2
21	Elote	1		45	Tuna		1
22	Espinaca	1		46	Zanahoria	1	
23	Fresa	2		47	Zempoalxochitl (manejo)	2	
24	Frijol	2	8		Total general	142	61

Fuente: Elaboración propia con base en SIACON (2021).

Los resultados del cálculo municipal de la tasa de crecimiento de la producción muestran cinco cultivos de temporal y cinco de riego que son los que tiene la mayor tasa de crecimiento. Llama la atención en caso del sorgo grano de temporal del municipio de Tarímbaro, el cual tiene una tasa de crecimiento del 345%. Y también del mismo municipio la espinaca de riego es el cultivo que presenta mayor variación respecto a su rendimiento (Cuadro 39).

Cuadro 39 Cultivos a nivel municipal con mayor tasa de crecimiento de su producción y variación en rendimiento (CV)

Municipio	Cultivo	Modalidad	TC	Municipio	Cultivo	Modalidad	CV
Tarímbaro	Sorgo grano	Temporal	345%	Tarímbaro	Espinaca	Riego	136%
Morelia	Lenteja	Riego	282%	Huandacareo	Frijol	Temporal	88%
Indaparapeo	Maíz grano	Temporal	186%	Charo	Frijol	Temporal	85%
Santa Ana	Sorgo grano	Temporal	184%	Indaparapeo	Frijol	Temporal	80%
Copándaro	Maíz grano	Temporal	173%	Tarímbaro	Cilantro	Riego	73%
Queréndaro	Cebada	Riego	163%	Cuitzeo	Frijol	Temporal	61%
Queréndaro	Sorgo grano	Riego	150%	Santa Ana	Maíz	Temporal	59%
Tarímbaro	Garbanzo	Riego	146%	Copándaro	Frijol	Temporal	58%
Cuitzeo	Cebolla	Riego	142%	Cuitzeo	Chile	Riego	57%
Cuitzeo	Maíz grano	Temporal	140%	Morelia	Trigo	Temporal	57%

Fuente: Elaboración propia con base en SIACON (2021).

Por otro lado, agrupando los cultivos a nivel regional destaca por la mayor tasa de crecimiento en el rendimiento (ton/ha) entre los cultivos de riego la espinaca (60%) y con la mayor tasa de crecimiento de la producción (ton), la lenteja (280%). Mientras que de los cultivos de temporal con la mayor tasa de crecimiento en el rendimiento y en la producción se encuentra el sorgo grano (35% y 84%) y el maíz (32% y 75%) (Cuadro 40).

Cuadro 40. Cultivos de la Región Cuitzeo con mayor tasa de crecimiento del rendimiento y de la producción.

Riego			
Cultivo	TC rendimiento	Cultivo	TC producción
Espinaca	0.5962	Lenteja	2.819
Semilla de maíz grano	0.3221	Cebada grano	1.627
Cilantro	0.3083	Garbanzo grano	0.827
Guayaba	0.1997	Nopalitos	0.805
Rábano	0.1545	Espinaca	0.785
Garbanzo grano	0.1381	Semilla de maíz grano	0.543
Ciruela	0.1218	Rábano	0.539
Zempoalxochitl (manejo)	0.1204	Frijol	0.538
Aguacate	0.0893	Camote	0.532
Tomate rojo (jitomate)	0.0878	Sorgo grano	0.523
Temporal			
Cultivo	TC rendimiento	Cultivo	TC producción
Sorgo grano	0.3491	Sorgo grano	0.8431
Maíz grano	0.3236	Maíz grano	0.7590
Frijol	0.2320	Lenteja	0.5776
Trigo grano	0.1166	Aguacate	0.5666
Durazno	0.0916	Frijol	0.5271
Ebo (janamargo o veza)	0.0889	Nopalitos	0.3291
Aguacate	0.0873	Avena forrajera en verde	0.2096
Haba grano	0.0755	Cebolla	0.1754
Pastos y praderas	0.0592	Agave	0.1708
Pera	0.0494	Tomate verde	0.1416

Fuente: Elaboración propia con base en SIACON (2021).

Entre los resultados descriptivos se encontró que la media del coeficiente de variación es mayor en los cultivos de temporal con un promedio de 35% de variación mientras que los cultivos de riego registran una variación media para el periodo analizado de 23%. En este caso se aplicó una prueba de análisis de varianza

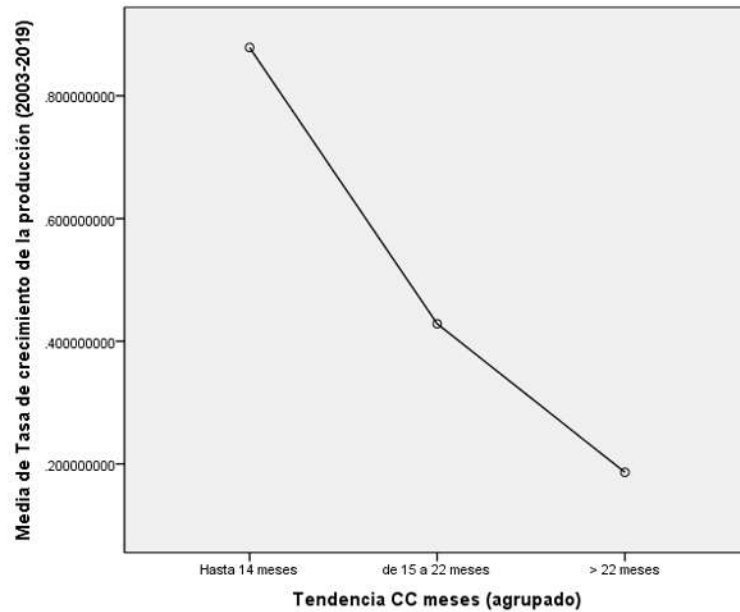
empleando la prueba t aceptando la hipótesis alternativa de diferencia de medias ($p \geq 0.05$).

Para el caso de la tasa de crecimiento de la producción la media para los cultivos de riego es de 36% mientras que para los cultivos de temporal es de 50%; sin embargo, estas diferencias no mostraron ser significativas mediante el análisis de varianza, lo que da cuenta de la heterogeneidad del crecimiento de la producción de los cultivos al interior de la RC.

De igual manera se empleó el análisis de varianza para contrastar la tasa de crecimiento del rendimiento de los cultivos respecto a su modalidad, es decir, riego o temporal. En este caso la tasa de crecimiento del rendimiento de los cultivos de riego es del 6%, mientras que para los cultivos de temporal es de 19% siendo las diferencias estadísticamente significativas ($p \geq 0.05$).

Por su parte la señal de CC, una vez obtenidos los resultados sobre el número de meses que se identifican en cada estación, se promediaron para obtener un dato por municipio y se agruparon en una nueva variable de 3 grupos; hasta 14 meses, de 15 a 22 meses y >22 meses (Anexo 6). Entre los resultados se destaca que, derivado del análisis de varianza, se obtiene evidencia estadísticamente significativa ($p \geq 0.05$) que indica que hay diferencias medias entre los grupos antes mencionados y la tasa de crecimiento de la producción. Cabe mencionar que dicha diferencia, en el caso de los cultivos de riego se observó entre los dos primeros grupos, mientras que para el caso de los cultivos de temporal se presentó entre los tres grupos (Figura 41).

Figura 41 Tasa de crecimiento de la producción y meses de tendencia identificada de cambio climático.



Fuente: Elaboración propia (2022)

6.4 Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo conocer cuáles han sido las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC. El planteamiento metodológico inicial buscaba determinar las variables a partir de un estudio de campo en el sitio de estudio; sin embargo, la situación sanitaria mundial adversa provocada por la pandemia del coronavirus SARS-Co-2 (Covid 19) limitó las posibilidades de tal ejercicio metodológico.

A partir de lo anterior se ajustó la metodología a un estudio de escritorio que tuviera como principales insumos de información la literatura consultada, las fuentes estadísticas de las estaciones meteorológicas que se encuentran disponibles en las bases de datos de la CNA, para la variable CC. Mientras que para construir las variables que inciden en las capacidades adaptativas agrícolas se emplearon los datos de la AMCA (2016) y el SIACON (2020) de SADER.

En función de la revisión de la literatura y con base en la información estadística disponible se plantearon como hipótesis generales que: i) Existe el fenómeno del

CC en la RC de Michoacán, con tendencias que se acercan a los valores extremos y distribuido de manera heterogénea; y que ii) La superficie agrícola, la propiedad comunal, los derechos sobre la tierra, el tamaño de productores, el tipo de agricultura, el tamaño de las parcelas y la diversificación agrícola constituyen las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán, México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

Las variables que inciden en las capacidades adaptativas que se plantean en la investigación se agruparon el indicador esperado de IGVAM, el cual al obtener su inversa muestra la situación de las capacidades adaptativas. Sin embargo, tal indicador requiere validación estadística contrastando sus resultados con un indicador observado en campo. De manera que esta parte de hipótesis no fue posible comprobarla, pese a ello se rescata la propuesta realizada a fin de que en estudios posteriores pueda ser validada y se disponga de un indicador actualizable y accesible conforme a los datos del MCA por INEGI.

Las variables del IGVAM son pertinentes teóricamente dado que la revisión de la literatura las respalda. La variable superficie agrícola, tamaño promedio de sus parcelas y la de tamaño de productores se basan en los argumentos de los rendimientos decrecientes (Ávila, 2004) y del aprovechamiento de las economías de escala (Macías, 2013). Asimismo, existe congruencia con Gupta *et al.*, (2010) dado que esta variable hace referencia a la disponibilidad de recursos y con Monterroso *et al.* (2014) debido a que permite un acercamiento al capital natural.

Por su parte la variable propiedad comunal supone instituciones que mejoran la gobernanza (Ostrom y Ahn, 2003; Castro *et al.*, 2012) para el mejor aprovechamiento de los recursos. De igual manera existen similitudes con la variable gobernanza justa y capital social que manejan Gupta *et al.*, (2010) y Monterroso *et al.* (2014) respectivamente en sus planteamientos.

Además, se incluyó la variable derechos sobre la tierra, la cual es considerada por la FAO (2011), como un desafío institucional que se presenta ante el contexto del CC, dado que cuanto mejor definidos se encuentren los derechos sobre la tierra se

dará cuenta de mayores capacidades adaptativas. Esta variable se incluyó en el mismo sentido que la estructura de instituciones críticas, la asignación derivada de autoridad decisoria, y los criterios para la toma de decisiones de Yohe y Tol (2001), y de la provisión de formas de poder aceptadas o legítimas argumentadas por Gupta *et al.* (2010).

Con base al rango de opciones tecnológicas disponibles para la adaptación (Yohe y Tol, 2001), se incorporó la variable tipo de agricultura dado que se distingue entre agricultura a cielo abierto y protegida siendo ésta última la menos vulnerable. Por último, la propuesta del IGVAM desarrollada en esta investigación incluyó la variable de diversificación agrícola la cual es coincidente con la lógica del acceso a procesos para repartir el riesgo (Yohe y Tol, 2001), de variedad (Gupta *et al.*, 2010) y de capital humano (Monterroso *et al.*, 2014), asumiendo que a mayor diversificación habrá más desarrollo de capacidades adaptativas.

La segunda parte de la hipótesis asume que en la RC de Michoacán se presenta el fenómeno de CC, por lo que éste se consideró variable interviniente. Esto es importante aclararlo puesto que es sabido que se trata de un problema planetario, sin embargo, sus efectos se presentan heterogéneos (ONU, 2014) en lugar y sentido.

Al respecto, la investigación aporta evidencia que comprueba que en la RC de Michoacán existe el fenómeno del CC de manera heterogénea al interior de la región. Sin embargo, los principales resultados del análisis climático son consistentes con Ortega (2017) quien, empleando la misma metodología, encontró para la Región Tierra Caliente de Michoacán que la temperatura máxima está aumentando y la mínima disminuyendo en la mayoría de los meses del año. De igual manera estos resultados concuerdan con lo que refiere Hernández y Valdez (2004) respecto a que el clima en el país será más seco y más caliente.

En el mismo orden de ideas, el análisis de varianza de la tasa de crecimiento de los principales cultivos de la RC, muestra que a mayor exposición al CC (meses de tendencia de CC identificados por estación), menor es la tasa de crecimiento de los cultivos tanto de riego como de temporal. Esta idea es coincidente con Conde *et al.*,

(2004) quien ha referido que la agricultura en México es un sector vulnerable ante el fenómeno de CC. De igual manera el IPCC (2014), entre las conclusiones de sus modelos climáticos señala que en el caso de la agricultura en AL habrá disminución de la producción y calidad de los alimentos y alza de los precios debido a la ocurrencia de factores climáticos extremos.

Como idea final, hay que señalar que en esta investigación, desde la contextualización de la problemática de la agricultura ante el fenómeno del CC, se hace hincapié en la importancia ecológica (Altieri y Nicholls, 2010), económica, productiva (Van Der Ploeg, 2013) y cultural (Rosas, 2009) de la agricultura de pequeña escala o campesina, asociada por sus características de producción a los cultivos de temporal (Uzcanga *et al.*, 2015a, Uzcanga *et al.*, 2015b, Damian *et al.*, 2014).

En este sentido, el análisis de la producción y rendimiento de los principales cultivos en la RC para el periodo 2003-2019 refleja resultados contrastantes; por un lado, que es la agricultura de temporal la que presenta mayor variación (35%) en el periodo de estudio respecto a la agricultura de riego (23%), por lo tanto, es más vulnerable. Sin embargo, en el caso de la RC la tasa de crecimiento del rendimiento es mayor en los cultivos de temporal (19%) que en los cultivos de riego (6%). Y la producción de cultivos de temporal es mayor que la de riego.

Estas ideas respaldan los argumentos de que aún en el contexto de CC la producción de pequeña escala produce la mayor cantidad de alimentos (Van Der Ploeg, 2013) en condiciones cada vez más severas, enfrentando con resistencia y aparente ingenuidad tales cambios (Altieri y Nicholls, 2010), desarrollando complejos procesos de adaptación (Smit y Skinner, 2002; Adger *et al.*, 2007) pero constituyendo en buena medida una alternativa sana de ocupación territorial (Gómez-Olivier, 1995) y de funcionamiento social.

CONCLUSIONES, Recomendaciones y Futuras líneas de investigación

Conclusiones

Es sabido que las regiones político administrativas requieren de criterios integradores o características homogéneas que permitan definir las a fin de diseñar acciones en favor de encaminar proyectos o programas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de su población. Sin embargo, la realidad social es heterogénea y compleja, difícil de sistematizar y ello trae consigo entre otras cosas, repercusiones en la toma de decisiones.

Esto sucede con las regiones, ejemplo de ello es que el país puede ser considerado para diversos fines una región, la cual resultará contrastante en muchos rubros como la diversidad de recursos, la concentración de la población, las capacidades de la población, el nivel de ingreso y un largo etcétera. Pero reduciendo la escala, en Michoacán sucede algo similar ya que el estado presenta grandes contrastes.

El planteamiento del problema de la presente investigación surge de la observación de tales contrastes en la producción de alimentos en Michoacán, lo que llevó a revisar información del que se considera el principal alimento de la dieta de México, el maíz, cultivo que se produce en prácticamente todo el territorio y que su producción da cuenta de los resultados de la política alimentaria y regional del país.

Para el caso de Michoacán se mostró evidencia de que el cultivo de maíz de temporal en el periodo de que se dispuso de información (2003-2017) presenta variaciones significativas respecto a su rendimiento por hectárea. Un cultivo que depende entre otros factores, del clima y que guarda alta importancia alimenticia para la población motivó a realizar un acercamiento a una de las regiones más productivas de alimentos en el estado, la Región Cuitzeo.

Los argumentos anteriores permitieron suponer que, en el contexto del CC, existen condiciones municipales que posibilitan desarrollar capacidades adaptativas las cuales reducen la vulnerabilidad que existe frente al fenómeno climático. Es por ello que, con base en la revisión de la literatura y de la información secundaria más actual respecto a la producción agropecuaria se plantea la hipótesis siguiente: La superficie agrícola, la propiedad comunal, los derechos sobre la tierra, el tamaño de

productores, el tipo de agricultura, el tamaño de las parcelas y la diversificación agropecuaria constituyen las principales variables que inciden en las capacidades adaptativas municipales de la RC del estado de Michoacán México, durante el periodo 2018-2020 ante el contexto del CC.

Para el acercamiento a su comprobación se realizó una descripción de la RC en términos socioeconómicos y de variables climáticas. De ésta se desprende que la región es de las más importantes en términos agropecuarios de Michoacán, esto debido a que Morelia es el municipio que más cantidad de maíz de temporal produce; así como el hecho de que, respecto a este rubro, la RC es la tercera a nivel estatal.

Abonando a lo anterior en la región se trabajan en 10 de los 12 productos pecuarios y 48 de los 117 agrícolas que registra el estado. Respecto a estos últimos se destaca el caso de la flor de nube que únicamente se produce en la región y el 29.70% del total de la alfalfa verde, el 19.08% de la avena forrajera, el 22,83% de la cebolla; el 72.59 de la ciruela, el 35% del durazno y el 57% de nopalitos.

Y por su parte, en la producción pecuaria de la RC destaca el “ave-huevo” que representa el 24.61% de lo producido en Michoacán y la carne de guajolote de la que se produce el 87.31% del total del estado. Esto permite señalar que pese al desarrollo urbano de la RC y la preponderancia del sector servicios y manufactura en la zona metropolitana de Morelia, existe un sector primario de alta importancia estatal.

En esta misma revisión con ayuda del indicador de LPC estatal de Montiel *et al.* (2019), y la imagen *raster* de la región, se puede observar que existen las condiciones de producción agrícolas para los climas seco, sub húmedo y húmedo.

Por su parte, respecto a la variable interviniente, CC, se concluye que el fenómeno se presenta en la RC de manera diferenciada. Primero hay que hacer hincapié en que en las 18 estaciones meteorológicas revisadas se identificaron tendencias de CC, lo que representa riesgo para la vida en general, el cual se acentúa en la medida que no se desarrollen capacidades de adaptación.

Tal exposición al riesgo que implica el CC puede variar en función de la cantidad de meses que muestran tendencia y estos van desde los 6 como en la estación de Cuitzeo hasta 34 de la presa Malpais. Lo que es un hecho es que se trata de tendencias y alentar este comportamiento implica cambios sustanciales en la lógica productiva y de aprovechamiento de los recursos naturales.

En este sentido se concluye la RC se está calentando. Pese a que se ha referido en líneas anteriores que la señal de CC es diferenciada, un dato contundente que se obtuvo es que el comportamiento de la temperatura máxima de 15 de las 18 estaciones revisadas tiene tendencia al aumento. Por su parte la temperatura mínima en 11 de las estaciones confirma enfriamiento, esto es, tendencia hacia temperaturas extremas.

En cuanto a la precipitación, no se observa un comportamiento concluyente, sin embargo, la georreferenciación de las estaciones meteorológicas permite observar que aquellas que se encuentran en la parte alta de la cuenca de Cuitzeo (Acuitzio, San Miguel del Monte y el Temazcal) presentan en algunos de sus meses tendencia a la disminución, lo cual puede ser asociado como uno de los factores de la reducción en el espejo de agua del Lago de Cuitzeo.

No ha sido posible realizar comprobación estadística de las variables propuestas en la primera parte de la hipótesis, sin embargo, los indicadores sugeridos para conocer la vulnerabilidad, y en su contraparte las capacidades adaptativas, dan cuenta de que considerando la superficie agrícola con la que cuenta cada municipio y el tamaño promedio de sus parcelas, no hay variaciones importantes entre los municipios, esto a partir del comportamiento de la desviación estándar del indicador. Tal situación permite concluir que hay homogeneidad en términos de la superficie en la región, por el contrario, el indicador en el que observan mayores diferencias entre los municipios es el de la diversificación agrícola.

Lo anterior aporta evidencia de que hay municipios que dependen de manera sustantiva de determinados productos, como en el caso de Acuitzio de Canje respecto de la producción de aguacate. Esta situación que puede generar beneficios económicos en el corto y mediano plazo que se traduce en vulnerabilidad, ya que

no hay que perder de vista que precisamente la estación de ese municipio reporta disminución de la precipitación.

La investigación además aporta una batería metodológica sencilla pero potente que permite que con información actualizada periódicamente como el Marco Censal Agropecuario se puedan diagnosticar regiones de todo el país en términos de vulnerabilidad y capacidades adaptativas municipales. Sin embargo, no hay que perder de vista que estos indicadores están sujetos a la calidad de los datos, la metodología de levantamiento y la velocidad de su actualización, por lo que contribuyen a conocer la situación regional de la producción agropecuaria en esa medida, se considera necesario el acercamiento a campo por parte de investigadores y tomadores de decisiones a fin de contrastar entre lo esperado y lo observado.

Por su parte, el análisis de varianzas permite asumir que hay diferenciación en el comportamiento de los cultivos de temporal y de riego respecto su CV, esto aporta elementos al argumento de que los cultivos que presentan mayor variación porcentual en sus rendimientos son más vulnerables y para este caso son los de temporal con una variación media de 35% para el periodo de estudio.

También se aporta evidencia de que para el periodo de que se disponen datos, la tasa de crecimiento del rendimiento de los cultivos de temporal es mayor (19%) que la de los cultivos de riego (6%). Finalmente, el contraste entre el número de meses de exposición al CC agrupado (3 grupos) y la tasa de crecimiento de la producción mostró significancia estadística que evidencia que los cultivos que se encuentran en una zona con menor exposición a la tendencia de CC (Hasta 14 meses/48) tienen una mayor tasa de crecimiento de la producción, que aquellos en los que se cultivan en zonas de mayor número de meses de tendencia de CC identificada.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos respecto a la identificación de tendencias de CC se recomienda la implementación de medidas de adaptación como la diversificación municipal de producción agropecuaria con miras a la soberanía

regional alimentaria que permita que en tiempos de contingencia la región sea capaz de abastecer a su población de alimentos.

Paralelo a lo anterior, son imprescindibles las medidas de mitigación regional como el diseño y respeto estricto de los planes de ordenamiento territorial, evitando cambio de uso de suelo con fines urbanos y agroindustriales.

En seguimiento a lo anterior, se considera imprescindible un sólido programa a nivel de cuenca de restauración ecológica de largo plazo del Lago de Cuitzeo, principal cuerpo de agua de la región, termorregulador, elemento clave en actividades productivas y de la cultura regional.

Pese a que existen esfuerzos, es necesario promover los sistemas productivos agroecológicos mediante programas de capacitación, financiamiento y vinculación con el mercado al interior de la región.

La RC es también una cuenca hidrológica, por lo que se comparte el agua en las actividades productivas y domésticas. Con la evidencia de tendencia a la disminución de la precipitación en diferentes puntos de la región, es necesario replantear la dosificación del agua. Esto implica el diseño de un plan regional hídrico en el que se atienda la capacidad de carga de los acuíferos.

También se considera necesario mejorar el monitoreo climático, ampliar la cantidad de estaciones meteorológicas, implementar controles de calidad de datos, además de hacerlos públicos, gratuitos, así como poner al alcance del servicio público y la investigación los programas computacionales especializados para el manejo de esta información.

Por último se advierte que la RC requiere tomar medidas que favorezcan las capacidades agrícolas ya que se encuentra en riesgo por el fenómeno del CC. Se destaca la urgencia de acciones en el municipio de Queréndaro dado que es el que presentó mato IRAM-RC, sin embargo en el entendido de que se trata de una región administrativa delimitada por la cuenca del Lago de Cuitzeo, es necesario que se presenten iniciativas conjuntas con el resto de los municipios.

Futuras líneas de investigación

El contexto pandémico en el que se desarrolla la investigación ha limitado el trabajo en campo y obtener información de fuentes primarias que complemente lo realizado en el estudio de gabinete. En este sentido es que se considera pertinente desarrollar líneas de investigación que consideren:

- La validación en campo del IGVAM a fin de obtener un indicador observado y tener de referencia el esperado.
- Incluir variables de estudio como la motivación del productor para la adaptación al CC.
- Evaluación de los sistemas agroalimentarios regionales post pandemia.
- Identificación de capacidades adaptativas comunitarias y sus determinantes.
- Investigación acción participativa en el desarrollo de proyectos productivos regionales.
- Investigaciones longitudinales de implementación y monitoreo de proyectos agroecológicos regionales.
- Estudio de las interfaces sociales para productores agropecuarios.
- Mecanismos que determinan los precios de productos primarios en la RC.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Aase, T.H.**, Chapagain, P.S., Tiwari, P.C., (2013). *Innovation as an expression of adaptive capacity to change in Himalayan farming*. Mt. Res. Dev. 33 (1), 4–10.
2. **Abdul-Razak, M.**, & Kruse, S. (2017). *The adaptive capacity of smallholder farmers to climate change in the Northern Region of Ghana*. Climate Risk Management, 17, 104-122.
3. **Adger, W. N.**, S. Agrawala, M. M. Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Puhlin, R. Pulwarty, B. Smit, and K. Takahashi. (2007). Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. In *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, ed. J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, and C. E. Hanson. Cambridge: Cambridge University Press.
4. **Aguilera V., M.** (1992). *Una lectura keynesiana del liberalismo de los ochenta*. Economía de los 90, Facultad de Economía, UNAM, México.
5. **Akinagbe, O. M.**, & Irohibe, I. J. (2014). *Agricultural adaptation strategies to climate change impacts in Africa: A review*. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 39(3), 407-418.
6. **Alam M.** y Murray L. (2005). Facing up to climate change in South Asia. Gatekeeper series 118. International Institute for Environment and Development.
7. **Alarcón, R. A. R.** (1992). *La región y su análisis: teorías para su estudio*. Center for US Mexican Studies, 30.
8. **Altieri, M.** y Nicholls, C (2013). *Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas*. Agroecología, 8(1), 7-20
9. **Altieri, M.**, y Nicholls, C. (2010). *Agroecología: potenciando la agricultura campesina para revertir el hambre y la inseguridad alimentaria en el mundo*. Revista de economía crítica, 10(2), 62-74.
10. **Altieri, M.**, y Nicholls C. (2008). *Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas*. Agroecología 3:7-28,2008.
11. **Altieri, M.** (2009). *El estado del arte de la agroecología: Revisando avances y desafíos*. En Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones, 77, Sociedad Científica latinoamericana de Agroecología.
12. **Altieri, M.** (2001). *Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria*. Universidad de California. US.

13. **Anderson SA.** (1990). *Core indicator of nutritional state for difficult-to simple populations.* JNutr; 129:1559-1600.
14. **Angulo V., L.** (2014). *Explorando respuestas adaptativas a la variabilidad y cambio climático con familias y comunidades altoandinas de Cusco y Apurímac.* PACCPERÚ, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación COSUDE, Ministerio del Ambiente en Perú.
15. **Anwar, M. R., Liu, D. L., Macadam, I., & Kelly, G.** (2013). *Adapting agriculture to climate change: a review.* Theoretical and applied climatology, 113(1), 225-245.
16. **Aoyama, Y., & CASTELLS, Y. M.** (2002). *Estudio empírico de la sociedad de la información. Composición del empleo en los países del G7 de 1920 a 2000.* Revista Internacional del Trabajo, 121(1-2), 133-171.
17. **Appendini K., García B. y De la Tejera.** (2003). *Seguridad alimentaria y “calidad” de los alimentos ¿una estrategia campesina?* Revista Europea de Estudios Latinoamericanos y del Caribe, 75, octubre.
18. **Arencibia, M.** (2006). *Una gráfica de la Teoría del Desarrollo.* Del crecimiento al desarrollo humano sostenible. Texto completo en www.eumed.net/libros/2006/mga-des/
19. **Avalos Gómez, M.** (2004). *Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.* En Martínez J. y Fernández A. (Comp.) Cambio Climático: una visión desde México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
20. **Ávila y Lugo.** (2004). *Introducción a la Economía.* Plaza y Valdez editores
21. **Ayala O.** (2011). *La multifuncionalidad y la ecocondicionalidad como alternativa para el desarrollo rural sustentable.* Economía y Sociedad, vol. XIV, núm. 28, julio –diciembre, 2011. Pp. 51-62, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
22. **Ayala O. y De la Tejera.** (2007). *De la redención al calvario: devenir campesino ante los contrasentidos de las políticas del sector agrícola en México.* Economía y Sociedad, vol. XII, núm. 20, julio-diciembre, 2007, pp. 201-222, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.
23. **Barajas, R** (2015). *Bioteconología y revolución verde: Especificaciones y divergencias.* Sociológica México, (16).
24. **Barrasa, G. S.** (2017). *Percepción del cambio climático en comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera La encrucijada, Chiapas, México.* Cuadernos Geográficos 56(3), 44-65.

25. **Bartra**, A., y Otero, G. (2007). *Rebeldía contra el globalismo neoliberal y el TLCAN en el México rural: ¿Del Estado corporativista a la formación político cultural del campesinado?* Revista Textual, (50).
26. **Bautista F.**, A. Pacheco., D.A. Bautista-Hernández. (2020). *Análisis del cambio climático con datos mensuales (Clic-MD)*. Skiu. 104 pp.
27. **Bautista F**, Pacheco A, Bautista- Hernández D (2016). *Climate change analysis with monthly data (Clic-MD)*. Editorial Skiu. México 57p.
28. **Bautista**, F., Bautista D.A., Álvarez O. & De la Rosa D. (2011). *Sistema de análisis de datos para el monitoreo regional y local del cambio climático con índices agroclimáticos (MOCLIC)*. Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental y Centro de Ciencias de la Atmósfera. Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en www.ciga.unam.mx/manual_moclic.pdf. consultado 2/12/2020.
29. **Becerra**, M. & Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. Foro Nacional Ambiental.
30. **Bellow**, Artner, Siebert y Sieber (2010). *Micro-level Practices to Adapt to Climate Change for African Small-scale Farmers. A review of Selected Literature*. International Food Policy Research Institute. Environment and Pollution Technology Division.
31. **Blaikie P.**, Cannon T., David., y Wisner. (1996). Vulnerabilidad. El entorno social, político y económico de los desastres. La Red, Red de estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
32. **Boisier**, S. (1999). *Desarrollo (local): ¿de qué estamos hablando?* Santiago de Chile, 28.
33. **Borisov Z.** y Makarova (2013). *Diccionario de economía política*. Disponible en <http://www.eumed.net/cursecon/dic/bzm/m/modop.htm>. Consultado el 6/11/2019
34. **Briseño**, R, J., & Álvarez de F. R. (2006). *Modelos de desarrollo y estrategias de integración en América Latina: una revisión crítica*. Cuadernos sobre relaciones internacionales, regionalismo y desarrollo, 1, 63.
35. **Bryceson**, D. (2002). *The scramble in Africa: reorienting rural livelihoods*. World Development 30 (5): 725–739.
36. **Buendía**, L.; Colás, P. y Hernández, F. (2001): *Métodos de investigación en Psicopedagogía*. Madrid: McGraw-Hill.
37. **Bueno A**, (2019). *In bungkalan, organic and sustainable farming is a mass movement*. CNN Philipines. Disponible en: <https://cnnphilippines.com/life/culture/2019/4/2/bungkalan.html>, consultado 23/04/2020.
38. **Burton**, I., Kates, R. & White, G. (1993). *The environment as hazard*. New York: Guilford.

39. **Bustos R.**, (2017). *El papel de México en la producción y exportación de frutas y verduras*. El economista. 16 de octubre de 2017, 18:15.
40. **Cabrera T.** (2014). *El concepto y la visión del desarrollo como base para la evaluación de políticas públicas*. Economía y Sociedad, 18(30), 47-65.
41. **Cabrera, B.**, Macías-López, A., Ruiz, R. D., Ramírez, M. V., & Alvarado, A. D. (2002). *Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México*. Rev. Fitotec. Mex., 25, 17.
42. **Callejas, E.** y Quezada, V. (2009). *Los biocombustibles*. El cotidiano, (157), 75-82. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco. México.
43. **Campbell, D. J.** (1999). *Response to drought among farmers and herders in southern Kajiado District, Kenya: a comparison of 1972–1976 and 1994–1995*. Human Ecology 27 (3): 377–416.
44. **Campoverde A.**, Ortiz C., y Sánchez V. (2016). *Relación entre la inflación y el desempleo: una aplicación de la curva de Phillips para Ecuador, Latinoamérica y el Mundo*. Revista Económica, 1(1), 22-34.
45. **Canto C.** (2008). *Gobernanza y participación ciudadana en las políticas públicas frente al reto del desarrollo*. Política y cultura, (30), 9-37.
46. **Cardona, O.** (2002). *La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo*. Disponible en <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19852>. Consultado 17/03/18
47. **Castro, Pedraza y Ortiz.** (2012). *Innovación productiva forestal y desarrollo local: enfoque desde la gobernanza de bienes comunes en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
48. **Catálogo** Electrónico de la Legislación de Estado de Michoacán (CELEM) (2004). *Publicado en el Periódico Oficial del Estado*, 15 de julio 2004. Disponible en: <http://leyes.michoacan.gob.mx/destino/O211fu.pdf>, consultado el 16/11/2020.
49. **Ceccon, E.** (2008). *La revolución verde: tragedia en dos actos*. Ciencias, 91(091).
50. **Chávez C.**, Sánchez G. y DelaCerde G. (2015). *Análisis de componentes principales funcionales en series de tiempo económicas por incluir*. GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología. ISSN 2255-5684
51. **CLICOM** (2020). *Base de datos Climatológica Nacional*. Disponible en <http://clicom-mex.cicese.mx/mapa.html>. Consultado el 28/11/2020.

52. **Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO)** (2020). *Proyecto global de maíces nativos*. Biodiversidad Mexicana. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/genes/proyectoMaices.html>. Consultado el 27/04/2020.
53. **Conde, C., Ferrer, Gay & Araujo** (2004). *Impactos del cambio climático en la agricultura en México*. En Julia Martínez y Adrián Fernández Bremauntz, com. Cambio climático: una visión desde México.
54. **Consejo Nacional Para la Evaluación** (2019). *InfoPobreza, Grado de accesibilidad*. Disponible en <http://sistemas.coneval.org.mx/InfoPobreza/Pages/wfrMapaBase.aspx>. Consultado en 16/10/2019.
55. **Consejo Nacional Para la Evaluación** (2013). *Manual para el diseño y la construcción de indicadores. Instrumentos principales para el monitoreo de programas sociales de México*. CONEVAL. Disponible en: https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/MANUAL_PARA_EL_DISENO_Y_CONSTRUCCION_DE_INDICADORES.pdf. Consultado el 15/16/2021.
56. **Cooney, P.** (2007). *Dos décadas de neoliberalismo en México-Resultados y desafíos*. XXXV Encuentro Nacional de Economía.
57. **Coraggio, J.** (1994). *Territorios en transición: crítica a la planificación regional en América Latina*. Universidad Autónoma del Estado de México
58. **Coraggio, J.** (1987). *La cuestión regional en América Latina*, International Institute for Environmental Development–América Latina, Quito.
59. **Coss, S., Salvador, A., & Salazar, A. L.** (2018). *Calentamiento global, población, alimentación y sustentabilidad: límites en el contexto económico y social del sector agropecuario en México*. Crecer Empresarial: Journal of Management and Development.
60. **Damián, H. M., Arenas, O. R., Valverde, B. R., Reyes, L. L., Lezama, C. P., y León, A. C.** (2014). *Agricultura familiar y seguridad alimentaria entre productores de maíz de temporal en México*. *Agroecología*, 9, 89-99.
61. **Daultrey S.** (1976). *Principal Components Analysis*. Concepts and Techniques in Modern Geography CAT MOG, No 8.
62. **David, A., Braby, J., Zeidler, J., Kandjinga, L., Ndokosho, J.,** (2013). *Building adaptive capacity in rural Namibia: Community information toolkits on climate change*. Int. J. Climate Change Strat. Manage. 5 (2), 215–229.
63. **De la Tejera, B., García B., Ocampo, S., Appendini K. & Valdivia E.** (2008). *La construcción de instituciones económico-sociales comunitarias: un análisis comparativo en el campo michoacano*. En Instituciones y desarrollo. Ensayos sobre la complejidad del campo mexicano. / Raúl García Barrios, Beatriz de la Tejera Hernández, Kirsten

Appendini, coordinadores. Cuernavaca: UNAM, CRIM; El Colegio de México; Universidad Autónoma Chapingo. 2008.

64. **Defiesta, G. D., & Rapera, C. L.** (2014). *Measuring Adaptive Capacity of Farmers to Climate Change and Variability, Application of a Composite Index to an Agricultural Community in the Philippines*. *Journal of Environmental Science and Management*, 17(2).
65. **Delamaza, G., & Thayer, L. E.** (2016). *Percepciones políticas y prácticas de participación como instrumento para la gobernanza de los territorios*. *EURE (Santiago)*, 42(127), 137-158.
66. **Deressa, T., Hassan, R.M., Ringler, C.,** (2008). *Measuring Ethiopian Farmers' Vulnerability to Climate Change Across Regional States*. International Food Policy Institute.
67. **DoE.** (2002). *Initial National Communication in Response to United Nations Framework Convention on Climate Change*. Department of Environment, Ministry of Environment and Forests, Dhaka, Bangladesh.
68. **Dos Santos, Da Cunha, Dos Santos J., Zánúncio** (2021). Agricultural vulnerability to climate change in the Rio das Contas Basin, Brazil. *International Journal of Environmental Science and Technology*, Published online: 24 February 2021. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-021-03188-3>, consultado 5/05/2022.
69. **Duarte, C., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo B., & Valladares, F.** (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.
70. **Eakin, H., Bojórquez-Tapia, L.A., Díaz, R.M., Castellanos, E., Haggar, J.,** (2011). *Adaptive capacity and social-environmental change: theoretical and operational modeling of smallholder coffee systems response in Mesoamerican Pacific Rim*. *Environ. Manage.* 47 (3), 352–367.
71. **Eakin, H. C., y Patt, A.** (2011). *Are adaptation studies effective, and what can enhance their practical impact?* *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 2(2), 141-153.
72. **Egyir, I.S., Ofori, K., Antwi, G., Ntiamao-Baidu, Y.,** (2015). *Adaptive capacity and coping strategies in the face of climate change: a comparative study of communities around two protected areas in the coastal savanna and transitional zones of Ghana*. *J. Sustainable Dev.* 8 (1), 1–15.
73. **Escobar, A.** (2017). *Participación ciudadana y políticas públicas. Una problematización acerca de la relación estado y sociedad civil en América Latina en la última década*. *Revista Austral de Ciencias Sociales*, (8), 97-108.

74. **Escobar, R.** (2014). *El cultivo de secano*. Revista de Geografía Agrícola [en línea] 2014, (Enero-Diciembre): [Fecha de consulta: 22 de octubre de 2018]
75. **Escribano, G.** (2001). *Teorías del desarrollo económico*. Versión electrónica. Disponible en <http://www.uned.es/deahe/doctorado/gescribano/teorias%20desarrollo%20oei.pdf>. Consultado el 26/09/17
76. **Esteva, G., & Barkin, D.** (1980). *La batalla en el México rural*. Siglo XXI.
77. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)** (2014). *Agricultores familiares alimentan el mundo*. Por Rosa Borg, Artículo de blog. República dominicana. Disponible en <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/298315/>, consultado 17/05/18.
78. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)** FIDA y PMA (2015). *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2015*. Cumplimiento de los objetivos internacionales para 2015 en relación con el hambre: balance de los desiguales progresos. Roma, FAO.
79. **Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)** (2011). *El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, y Mundi-Prensa, Madrid.
80. **Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT)** (2019). *Datos*. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data>. Consultado el 13/04/2019
81. **Farinós, J.** (2008). *Inteligencia para la gobernanza territorial*. Sociedad civil organizada y desarrollo sostenible en Sociedad civil organizada y desarrollo sostenible, Santa Cruz de Tenerife, Gobierno de Canarias, 19-33.
82. **Fernández, A., Rodríguez, L., Parejo, J. A., Calvo, A., & Galindo, M.** (2003). *Política monetaria. Fundamentos y estrategias*. España: Ediciones Paraninfo SA.
83. **Ferraris, G. y Seibane C.** (2016). *Las organizaciones de agricultores familiares: ¿Nuevos movimientos sociales?* VI Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural, Grupos de trabajo, 5: Comunidades, poblaciones, territoriales, conflicto y resistencias.
84. **Field, C. B., V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir y L. L. White** (eds.) (2014), 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, Cambridge University Press / Cambridge, Reino Unido / Nueva York.
85. **Filini, A.** (2013). *La cuenca de Cuitzeo, Michoacán: patrimonio arqueológico y ordenamiento territorial*. MT Sánchez Salazar, G. Bocco y JM Casado Izquierdo

(coords.), La política de ordenamiento territorial en México, de la teoría a la práctica, México, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 297-317.

86. **Frank, J.**, Penrose Buckley, C., 2012. *Small-scale farmers and climate change. How can farmer organisations and Fairtrade build the adaptive capacity of smallholders?* IIED, London.
87. **Gallichio, E.** (2004). *El desarrollo local: ¿cómo combinar gobernabilidad, desarrollo económico y capital social en el territorio?* Cuadernos del CLAEH, 27(89), 55-68
88. **García B., L. & García B., R.** (1992). *La modernización de la pobreza: dinámicas de cambio técnico entre los campesinos temporaleros de México.* Estudios sociológicos, 263-288.
89. **García, M.** (2014). *El desarrollo y sus adjetivaciones: comunitario, local y regional.* Universidad de Guanajuato. Altres Costa - Amic Editores.
90. **García, S. B.** (2017). *Percepción del cambio climático en comunidades campesinas de la Reserva de la Biosfera La Encrucijada, Chiapas, México.* Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, 56(3), 44-65.
91. **Garibay, C., & Bocco, G.** (2012). *Cambios de uso de suelo en la meseta purépecha (1976-2005).* INE-SEMARNAT y CIGA-UNAM. México, DF.
92. **Gavilanes R.** (2009). *Hacia una nueva definición del concepto de "política pública".* Desafíos, 20,149-187.
93. **Gómez I. L.** (2008). *El cambio climático es un proceso natural. Nuevas pruebas en torno a la Pacific Decadal Oscillation (PDO).* Disponible en <http://www.desdeexilio.com/2008/10/08/el-cambio-climatico-es-un-proceso-natural-nuevas-pruebas-en-torno-a-la-pacific-decadal-oscillation-pdo/gom>. Consultado el 13/05/2018
94. **Gómez G., M., Danglot-Banck, C., & Vega-Franco, L.** (2003). *Sinopsis de pruebas estadísticas no paramétricas. Cuándo usarlas.* Revista mexicana de pediatría, 70(2), 91-99.
95. **Gómez O.,** (1995). *El papel de la agricultura en el desarrollo de México* (No. HC131 G63). Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
96. **Gómez, E.** (2010). *Del derecho a la alimentación a la autonomía alimentaria.* San Cristóbal de las Casas Chiapas.
97. **González, C. y Macías, A.** (2007). *Vulnerabilidad alimentaria y política agroalimentaria en México.* Centro de Investigaciones y Estudios. Superiores en Antropología Social, México. Versión electrónica, disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/desacatos/n25/n25a3.pdf>. Consultado 19/05/2019.

98. **Grothmann, T.** (2011). *Governance recommendations for adaptation in European urban regions: results from five case studies and a European expert survey*, in: *Resilient Cities. Cities and Adaptation to Climate Change – Proceedings of the Global Forum 2010*, edited by: Zimmermann, K.-O., Springer, Hamburg, 167–175.
99. **Grothmann, T.**, Grecksch, K., Wings, M., & Siebenhüner, B. (2013). *Assessing institutional capacities to adapt to climate change: integrating psychological dimensions in the Adaptive Capacity Wheel*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13(12), 3369-3384.
100. **Grothmann, T.**, Nenz, D., and Pütz, M. :(2009). *Adaptation in vulnerable alpine regions – lessons learnt from regional case studies*, in: *Regional Climate Change and Adaptation. The Alps Facing the Challenge of Changing Water Resources*, edited by: European Environment Agency, EEA Report No 8/2009, EEA, Copenhagen, 96–108.
101. **Guillén R.**, (2007). *La teoría latinoamericana del desarrollo*. En: *Repensar la teoría del desarrollo en un contexto de globalización. Homenaje a Celso Furtado*, CLACSO LIBROS, Colección Edición y Distribución Cooperativa, Universidad Autónoma Metropolitana, Red Eurolatinoamericana de Estudios Sobre el Desarrollo Celso Furtado, Buenos Aires, Argentina.
102. **Gupta, J.**, Termeer, C., Klostermann, J., Meijerink, S., van den Brink, M., Jong, P., & Bergsma, E. (2010). *The adaptive capacity wheel: a method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society*. *Environmental Science & Policy*, 13(6), 459-471.
103. **Hair J.**, Anderson R., Tatham R. y Black W. (2010). *Análisis Multivariable*. Pearson Prentice Hall. 5ª edición. España.
104. **Harvey, D.** (2007). *Breve historia del neoliberalismo* (No. 49) Ediciones Akal.
105. **Heinemann, K.**, (2003). *Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Editorial Paidotribo; Barcelona.
106. **Helguera y García, A.** (2006). *Manual práctico de la producción de la riqueza*. Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/libros/2006a/
107. **Hernández C. y Valdez M.**, (2004). *Sequia meteorológica*. En Martínez y Fernández B. (Comp.). *Cambio climático: una visión desde México*. Secretaria de medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología.
108. **Hernández E.** (1996). *Sobre los conceptos de región y totalidad. Consideraciones metodológicas para el estudio de los procesos sociales*. En Rodríguez y Rodríguez S. (Coord.) (1996). *El desarrollo regional en México. Antecedentes y perspectivas*. México: UNAM-AMECIDER.

109. **Hernández, S.** (2015). *Cambio climático, vulnerabilidad alimentaria y desarrollo local en Michoacán. El caso de la zona rural del municipio de Morelia*. Tesis: Que para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Desarrollo Local, Facultad de Economía Vasco de Quiroga, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
110. **Hernández X., E.** (1995). *La milpa en Yucatán: Un sistema de producción agrícola tradicional*. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
111. **Herrera T.** (2013). *Enfoques y políticas de desarrollo rural en México: Una revisión de su construcción institucional*. *Gestión y política pública*, 22(1), 131-159.
112. **Heyd, T.** (2011). *Pensar la relación entre la cultura y cambio climático*. En Ulloa, A. (2011). *Perspectivas culturales del clima*. Universidad Nacional de Colombia
113. **Hirschman, A.** (1986). *Auge y ocaso de la economía del desarrollo*. *Rev. Desarrollo*.
114. **Hourat, F. y Tejun w.** (2012). *Peasant's Agriculture in Asia*. Panamá: Ruth Casa Editorial.
115. **Houtart, F.** (2014). *La agricultura campesina en la construcción de un paradigma poscapitalista*. *Seminarios de investigación*, 21.
116. **Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., & Meinke, H.** (2007). *Adapting agriculture to climate change*. *Proceedings of the national academy of sciences*, 104(50), 19691-19696.
117. **Huq, S., Karim, Z., Asaduzzaman, M. y Mahtab, F.** (eds) (1999). *Vulnerability and Adaptation to climate Change for Bangladesh*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands
118. **Ibrahim, A.,** (2014). *Gendered analysis of the determinants of adaptive capacity to climate change among smallholder farmers in Meatu and Iramba districts, Tanzania*. Development Of Sokoine University Of Agriculture. Morogoro, Tanzania.
119. **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)** (2012). *Aportes del IICA a la gestión del conocimiento de la agricultura en México*. Pág. 75. IICA
120. **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** (2020). Información por entidad/ clima. Disponible en: <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/clima.aspx?tema=me&e=16>. Consultado el 29/11/2020
121. **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** (2019). *Población rural y urbana*. Disponible en http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P, recuperado el 13/06/2020.
122. **Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)** (2016). *Actualización del marco censal agropecuario 2016. Metodología*. Disponible en:

https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825094461.pdf consultado el 23/02/2021.

123. **Iliya, M. A.** (1999). *Income diversification in the semi-arid zone of Nigeria: A study of Gigane, Sokoto, north-west Nigeria. De-agrarianisation and Rural Employment Network.* Leiden, Netherlands: Centre for Research and Documentation, Afrika-Studiecentrum.
124. **The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** (2014). *Impact, Adaptation and vulnerability. Part B, Regional Aspects.* Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment. V.R. Barros *et al.* (eds.), Cambridge, Cambridge University Press.
125. **The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)** (2001). *Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for Policy Makers.* Working Group II. IPCC.
126. **Isunza, E. A., y De la Jara, F. H.** (2006). *Relaciones sociedad civil-estado en México: un ensayo de interpretación.* Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
127. **Jiménez M.** (2010). *La usura. Evolución histórica y patología de los intereses (Vol. 8).* Librería-Editorial Dykinson.
128. **Jones, L., Ludi, E., Levine, S.,** (2010). *Towards a Characterization of Adaptive Capacity: A Framework Analyzing Adaptive Capacity at the Local Level.* ODI Background Notes, December 2010. Overseas Development Institute, London.
129. **Jorquera, D.** (2011). *Gobernanza para el Desarrollo Local.* Documento de trabajo No. 095, Programa Dinámicas Territoriales Rurales. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural.
130. **Karim, Z.,** 1996. Agricultural vulnerability and poverty alleviation in Bangladesh. In: TE. Downing (Ed.) *Climate Change and World Food Security.* NATO ASI series, 137. Springer-Verlag, Berlin, Hiedelberg.
131. **Kimbrell, A.** (1998). *Por qué ni la biotecnología ni las nuevas tecnologías agrícolas pueden alimentar al Mundo.* *The Ecologist*, 28(5), 46-49.
132. **Kurukulasuriya, P., and R. Mendelsohn** (2006). *Crop selection: Adapting to climate change in Africa.* Pretoria: Centre for Environmental Economics and Policy in Africa, University of Pretoria.
133. **Landreth, H. y Colander, D.** (2006). *Historia del Pensamiento Económico.* 4ª ed. McGraw Hill: Madrid.
134. **Lassaletta, L., y Rovira, J.** (2005). Agricultura industrial y cambio global. *El ecologista*, 45, 52-55.

135. **Le Galés P.** (1998). *Regulations and governance in European cities*. International journal of urban and regional research 22 (3), 482-506
136. **Lo, H.,** Emmanuel T., (2013). *The Influence of US Development Assistance on the Adaptive Capacity to Climate Change: Insights from Senegal*. Oxfam America Research Backgrounder series. Revisado de <https://www.oxfamamerica.org/static/media/files/senegal-climate-change-researchbackgrounder-7-23-13.pdf>., Consultado en 12/10/2019
137. **López, S.,** (2015). *Conocimiento etnoclimático de la etnia asháninka en la provincia de Purús*, departamento de Ucayali.
138. **Lugo, J.** (2004). *Introducción a la economía*. Plaza y Valdés.
139. **Mabe, F.N.,** Sarpong, D.B., & Osei-Asare, Y. (2012). *Adaptive capacities of farmers to climate change adaptation strategies and their effects on rice production in the northern region of Ghana*. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences, 11(11 (11)).
140. **Macías A.** (2013). *Los pequeños productores agrícolas en México*. Carta económica Regional; enero- diciembre 2013. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/322549479.pdf>, Consultado el 11/06/2021
141. **Magaña R.,** Pérez J., Vázquez J. Carriosoza E. y Pérez J (2004). *El niño y el clima*. En V.O. Magaña, Los impactos del niño en México. México: Centro de Ciencias de la Atmosfera, Universidad Autónoma de México, Secretaria de Gobernación (23-68 p)
142. **Magaña, R.** (2004). *El cambio climático global: comprender el problema*. En Martínez y Fernández; Comp. (2004). Cambio climático: una visión desde México. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
143. **Marx, K.** (2005). *El Capital*, tomo I, vol. 1. México, Siglo xxi Editores.
144. **MASIPAG** (2013). Magsasaka at Siyentipiko para sa Pag-unlad ng. disponible en: <http://masipag.org/about-masipag/>. Consultado el 24/04/2020
145. **Mateus J. R.,** & Brassset, D. W. (2002). *La globalización: sus efectos y bondades*. Economía y desarrollo, 1(1), 65-77.
146. **Mbilinyi, B. P.,** S. D. Tumbo, H. F. Mahoo, E. M. Senkondo, and N. Hatibu. (2005). *Indigenous knowledge as decision support tool in rainwater harvesting*. Physics and Chemistry of the Earth 30 (11-16): 792–798.
147. **Mbilinyi, B. P.,** S. D. Tumbo, H. F. Mahoo, y F. O. Mkiramwinyi. (2007). *GIS-based decision support system for identifying potential sites for rainwater harvesting*. Physics and Chemistry of the Earth 32 (15-18): 1074–1081.

148. **Mendelsohn, R.**, y M. E. Schlesinger (1999), "*Climate-Response Functions*", *Ambio*, vol. 28, núm. 4, pp. 362-366.
149. **Méndez M.** (1996). *Fundamentos de economía*. Editorial Mc Graw–Hill Interamericana. México.
150. **Merino, L.**, & Martínez, A. E. (2014). *A vuelo de pájaro: Las condiciones de las comunidades con bosques templados en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
151. **Meza, L.**, & Gonzáles, M. (2012). *Herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático en el sector agropecuario, resultados del Taller práctico* (No. CIDAB-S401. F7-M4h). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Agencia de Cooperación Internacional para el Desarrollo GIZ.
152. **Molnar, J.**, (2010). *Climate Change and Societal Response: Livelihoods, Communities, and the Environment*. *Rural Sociology*, 75, 1-16.
153. **Montalba R.**, Fonseca, F., García, M., Vieli, L. y Altieri, M. (2015). *Determinación de los niveles de riesgo socioecológico ante sequías en sistemas agrícolas campesinos de La Araucanía chilena. Influencia de la diversidad cultural y la agrobiodiversidad*. *Papers: revista de sociología*, 100(4), 0607-624.
154. **Monterroso R.A.**, A. Fernández E., R. I. Trejo V., A. C. Conde A., J. Escandón C., L. Villers R. y C. Gay G. (2014). *Vulnerabilidad y adaptación a los efectos del cambio climático en México*. Centro de Ciencias de la Atmosfera. Programa de Investigación en Cambio Climático. Universidad Nacional Autónoma de México. Libro electrónico disponible en <http://atlasclimatico.unam.mx/VyA/#4>
155. **Natale, R.** (2003). *Historia del pensamiento económico – Apuntes –* Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Toledo Lozano, Facultad de Economía, 250 págs.
156. **Nicholls, C. I.**, & Altieri, M. A. (2019). *Bases agroecológicas para la adaptación de la agricultura al cambio climático*. Cuadernos de Investigación UNED, 11(1), 55-61.
157. **Nicholls, C. I.**, Henao, A., & Altieri, M. A. (2015). *Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático*. *Agroecología*, 10(1), 7-31.
158. **Núñez, R. J. J.**, Carvajal Rodríguez, J. C., Carrero Carreño, D. M., & Mendoza Ferreira, O. (2018). Indicadores del impacto del cambio climático en la agricultura familiar andina colombiana. *Rev. Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático*, 4(7), 824–833.
159. **Olsen, J.P.**, (2006) *Maybe It Is Time to Rediscover Bureaucracy*. *Journal of Public Administration Research and Theory*, vol. 16, núm. 1, pp. 1-24.

160. **Organización de las Naciones Unidas (ONU)**, (2014). *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible*. Santiago de Chile.
161. **Ortega G.** (2017). Cambio Climático y Agricultura en la Región Tierra Caliente de Michoacán, Escenarios 2025-2075. Tesis que para obtener el grado de Doctora en Ciencias en Desarrollo Regional. Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
162. **Ortiz P. C. F.** (2017). *Agricultura y economía municipal en Michoacán desde una perspectiva de vulnerabilidad*. Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Vol. 6, Núm. 12 DOI:10.23913/ciba.v6i12.69, ISSN:2007-9990
163. **Osbahr, H., C. Twyman, W. N. Adger, and D. S. G. Thomas.** (2008). *Effective livelihood adaptation to climate change disturbance: scale dimensions of practice in Mozambique*. *Geoforum* 39 (6): 1951–1964.
164. **Osborne, T. M., & Wheeler, T. R.** (2013). *Evidence for a climate signal in trends of global crop yield variability over the past 50 years*. *Environmental Research Letters*, 8(2), 024001.
165. **Osman-Elasha, B., N. Goutbi, E. Spanger-Siegfried, W. Dougherty, S. Hanafi, S. Zakieldein, A. Sanjak, H. Abdel, y H. M. Elhassan.** (2006). *Adaptation practices and policies to increase human resilience against climate variability and change: Lessons from the arid regions of Sudan*. Working Paper 42. Washington, D.C.: Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change.
166. **Ostrom, E., & Ahn, T. K.** (2003). *Una perspectiva del capital social desde las ciencias sociales: capital social y acción colectiva*. *Revista mexicana de sociología*, 65(1), 155-233.
167. **Paniagua M.** (2013). *Repensar el espacio (rural): entre la individualización y el campo global*. *Economía, sociedad y territorio*, 13(41), 245-267.
168. **Pérez, M.** (2014). *Campo devastado*. *La Jornada*, 20 de febrero de 2014.
169. **Plenge, F., Sierra, J. A., & Castillo, Y. A.** (2007). *Riesgos a la salud humana causados por plaguicidas*. *Tecnociencia Chihuahua*, 1(3), 4-6.
170. **Programa de Naciones Unidas Para el Desarrollo (PNUD)** (2004). *Human Development Report: 2004*. United Nations Development Program, Oxford University Press, New York.
171. **Portilla M.** (2005). *Política social: del Estado de Bienestar al Estado Neoliberal, las fallas recurrentes en su aplicación*. *Espacios públicos*, 8(16), 100-116.

172. **Pradilla C.**, (1984). *Contribución a la crítica de la teoría urbana: del "espacio" a la "crisis urbana"*, Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco, México.
173. **Putnam, R.** (1995). *Bowling alone: America's declining social capital*. Journal of Democracy. vol.6, n°1: 65-78.
174. **Putnam, R. D., Leonardi, R., & Nanetti, R. Y.** (1994). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton University Press.
175. **Quispe, G. B.** (2015). *Efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú*. Revista Investigaciones Altoandinas,17(1), 47-52.
176. **Ramírez, A.** (2008). *El proceso de análisis jerárquico con base en funciones de producción para planear la siembra de maíz de temporal*. Edición electrónica gratuita. Texto completo en www.eumed.net/tesis/2008/amr/
177. **Richard, T.** (1990). *Macroeconomics: Theories and Policies*. 3rd Edition. Macmillan Publishing Company: New York, 1990. p. 70-71.
178. **Riechmann, J.** (2002). *Agricultura, ganadería y seguridad alimentaria: la necesidad de un giro hacia sistemas alimentarios sustentables*. Fórum per a la Sostenibilitat de les Illes Balears, 4.
179. **Rivera-Olmos, Gómez Espinoza, Vargas-Izquierdo, Tapia-Zavala Y Guadarrama-Cruz** (2011). *Cambio climático global a través del tiempo geológico*. Investigación Universitaria multidisciplinaria, año 10, No 10, diciembre.
180. **Romero, J.** (2012). *Lo rural y la ruralidad en América Latina: categorías conceptuales en debate*. Psicoperspectivas, 11(1), 8-31.
181. **Rosas, B.** (2009). *Una Contribución a la Economía Ecológica: Actividades No-proletarias Generadoras de Ingresos*. Tesis para obtener el grado de Doctora en Ciencias Económicas. Universidad Autónoma Metropolitana.
182. **Rosende F.** (2003). *¿El fin del monetarismo?* Cuadernos de economía, 40(121), 681-689
183. **Rosset, P.**, (1999). *Las múltiples funciones y beneficios de la agricultura campesina en el contexto de las negociaciones del comercio mundial*. Institute for Food and Development Policy.
184. **Rossetti. J.** (2005). *Introducción a la economía*. México, Offset Visionary
185. **Rostow, W.** (1961). *Las etapas del crecimiento económico. Un manifiesto no comunista*. Fondo de Cultura Económica. México-Buenos Aires.
186. **Roy, Vera-Vera, Curtis, Sánchez, Quiroz-Jiménez y Muthu** (2019). *Reponse of arid northeast Mexico to global climate changes durin the late pleistocene to the middle Holocene*. Eart Surface Processes and Landforms.

187. **Ruano** de la Fuente (2002). *La gobernanza como forma de acción pública y como concepto analítico*. VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la Administración Pública, Lisboa, Portugal, 8-11 Oct. 2002. Universidad Complutense de Madrid.
188. **Saaty, T. L.** (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. International journal of services sciences, 1(1), 83-98.
189. **Sader, E.** (2001). *El ajuste estructural en América Latina: costos sociales y alternativas*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLASO).
190. **Samaniego J., L.** (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña*. Comisión Económica Para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. Versión electrónica disponible en http://www.unicef.org/lac/cambio_climatico_y_desarrollo_en_ALC.pdf. Consultado 03/03/2020.
191. **Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER)** (2019). *Panorama Agroalimentario 2019*. Versión electrónica, disponible en: https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-Agroalimentario-2019, recuperado 13/06/20.
192. **Selvaraju R. y Bernardi M.,** (2011). *Climate change impacts on agricultura in Africa: Current assessments and the way forward*. Nature & Faune, Vol. 25, Issue 1; FAO, Regional Office for Africa.
193. **Serrano R.** (2003). *Introducción al análisis de datos experimentales: Tratamiento de datos en bioensayos*. Castelló de la plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L.
194. **Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta** (2021). *Software proporcionado por SADER*.
195. **Scheifer A., X.** (2012). *Historia del Pensamiento Económico*. 5ª Edición. Trillas. México.
196. **Schejtman, A., & Berdegué, J.** (2004). *Desarrollo territorial rural*. Debates y temas rurales, 1, 7-46.
197. **Scott, J.** (2011). *Gasto público y desarrollo humano en México: análisis de incidencia y equidad*. Documento de trabajo para el informe sobre desarrollo humano México.
198. **Sevilla G. y Pérez Y.** (1976). *Para una definición sociológica del campesinado*. Agricultura y sociedad. Número 1. Pp. 15-39.
199. **Shannon, P. y Arboleda S.** (1988). *Las langostas del género Schistocerca, nomenclatura, biología y distribución geográfica de las especies migratorias de Centro y Sur América; notas breves y literatura selecta*. Sidalc.net

200. **Shardul**, A., Tomoko, O., Ahsan Uddin, A., Smith, J. y Aalst, M. (2003a). *Development and Climate Change in Bangladesh: Focus on Coastal Flooding and the Sundarbans*, OECD, Paris.
201. **Shardul**, A., Vivian, R., Maaten, Van Aalst, Larsen, O., Smith, J. y Reynolds, J. (2003b). *Development and Climate Change in Nepal: Focus on water resources and hydropower*. OECD, Paris.
202. **Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)** (2018). *Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera*. Disponible en <https://www.gob.mx/siap>
203. **Siedenburg**, J. 2008. *Local knowledge and natural resource management in a peasant farming community facing rapid change: A critical examination*. Queen Elizabeth House Working Paper Series WPS166. Oxford: Oxford University.
204. **Silva** y Quiroga (1994). *Técnicas de análisis regional: Ejercitación y aplicación*. TAREA versión 2.0. CEPAL, Dirección de Políticas y Planificación Regional. Serie metodologías.
205. **Sit, T.** (2012). *Peasant Agriculture in China*, en: Houtart, F. y Wen T. (2012). *Peasant's Agriculture in Asia*. Panamá: Ruth Casa Editorial.
206. **Smit**, B., and M. Skinner. (2002). *Adaptation options in agriculture to climate change: a typology*. Mitigation and Adaptation Practices and Policies for Global Change 7 (1): 85–114.
207. **Smit**, B., I. Burton, R. Kein, y R. Street, (1999). *The science of adaptation: a framework for assessments*. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, 4: 199-213.
208. **Spiegel**, H. W. 1996. *El desarrollo del pensamiento económico*. Barcelona, Omega. Pp 67-98.
209. **Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente (SUMA)** (2011). *Plan Rector de la Estrategia Estatal de Cambio Climático*. 1ª. Edición. Ed. Gobierno del Estado de Michoacán. 120 pp.
210. **Sol A.** (2012). *El desafío de la participación ciudadana en el estado democrático de derecho y retos de la participación ciudadana en la gestión de políticas pública, en espacios institucionales de los estados centroamericanos*. 1ª. Ed. San José, C.R.: FLACSO.
211. **Sosa-Nájera**, Lozano-García, Roy y Caballero (2010). Registro de sequias históricas en el occidente de México con base en el análisis elemental de sedimentos lacustres: El caso del lago de Santa María del Oro. Sociedad Geológica Mexicana. Volumen 62, Núm. 3, 2010, p.437-451.

212. **Sunkel, O., & Paz, P.** (1999). *El subdesarrollo latinoamericano y la teoría del desarrollo*. Siglo xxi.
213. **Svetikas, K. Ž.** (2014). *Strategic Planning for Regional Development: An introductory textbook*.
214. **Tengö, M., y K. Belfrage** 2004. *Local management practices for dealing with change and uncertainty: a cross-scale comparison of cases in Sweden and Tanzania*. *Ecology and Society* 9 (3): 4. <<http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss3/art4/>>. Consultado el 22/04/2020.
215. **Thoenig, J.** (1997). *Política pública y acción pública*. Gestión y política pública, volumen VI, número 1, 1er semestre de 1997, pp 19-37.
216. **Thomas, D. S. G., C. Twyman, H. Osbahr, and B. Hewitson.** (2007). *Adaptation to climate change and variability: farmer responses to intra-seasonal precipitation trends in South Africa*. *Climatic Change* 83 (3): 301–322.
217. **Thornton, P., P. Jones, T. Owiyo, R. Kruska, M. Herrero, P. Kristjanson, A. Notenbaert, N. Bekele, and A. Omolo.** (2006). *Mapping climate vulnerability and poverty in Africa*. Nairobi: International Livestock Research Institute.
218. **Toulmin, C., y S. Huq.** (2006). *Africa and climate change*. In Sustainable Development Opinion, ed. International Institute for Environment and Development. London: IIED.
219. **Tujan A.** (2012). Challenges in agriculture and rural development. The experience of Philippines en Houtart, F. y Wen T. (2012). *Peasant's Agriculture in Asia*. Panamá: Ruth Casa Editorial.
220. **Toledo, V. M. y N. Barrera.** (2008). *La memoria biocultural. La importancia ecológica de las sabidurías tradicionales*. Icaria Editorial Perspectivas Agroecológicas, España. (Cap.3 “Los conocimientos tradicionales: la esencia de la memoria”).
221. **Toledo, V.M.** (1995). *Campesinidad, agroindustrialidad, sostenibilidad: los fundamentos ecológicos e históricos del desarrollo rural*. Cuadernos de Trabajo:1-45, Grupo Interamericano para el Desarrollo Sostenible de la Agricultura y de los Recursos Naturales. México.
222. **Torres, T.** (2003). *Seguridad alimentaria: seguridad nacional*. México DF; UNAM, IEE.
223. **Urteaga, E.** (2013). *La teoría del capital social de Robert Putnam: Originalidad y carencias*. *Reflexión Política*, 15 (29), 44-60.
224. **Uzcanga P., Cano G., Ramírez S., y de la Cruz T.** (2015). *Características socioeconómicas y rentabilidad de los sistemas de producción de maíz bajo condiciones de temporal de la Península de Yucatán, México*. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 37(1345-2016-104476), 173-183.

225. **Uzcanga P.**, Cano G., Medina M., Arellano, E., y de Jesús, J. (2015). *Caracterización de los productores de maíz de temporal en el estado de Campeche, México*. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36(1345-2016-104390), 1295-1305.
226. **Van Der Ploeg** (2013). *Diez cualidades de la agricultura familiar*. En LEISA revista de agroecología 6-8.
227. **Vásquez, C. (2009)**. *Clima, Tiempo y Calentamiento global*. Disponible en Cambio Climático.Org. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.org/contenido/clima-tiempo-y-calentamiento-global#:~:text=Cambio%20clim%C3%A1tico%20es%20un%20concepto,un%20per%C3%AAdodo%20de%20tiempo%20significativo>. Consultado el 09/06/2020.
228. **Vargas S.** (1995). *Estadística descriptiva e inferencial*. Colección ciencia y técnica. Universidad de Castilla- La Mancha.
229. **Velazco A.** (2000). *Los paradigmas de la región. Una reflexión a través de la teoría de la complejidad y el caos*. *Revista Digital de Planificación, Empresas y Desarrollo Regional "Unidad y Diversidad"*: 3-6, julio-diciembre de 2000. División de Posgrado del Instituto Tecnológico de Oaxaca.
230. **Vera, E., & Hevia, F.** (2006). *Relaciones sociedad civil-estado en México: un ensayo de interpretación*. Cuadernos para la democratización, 4.
231. **Vernooy, R.** Shrestha, P., Sthapit, B. R., & Ramírez, M. (2016). Bancos comunitarios de semillas: orígenes, evolución y perspectivas.
232. **Viñas, J.** (2012). *Los retos de la agricultura para alimentar al mundo en 2050*. *Tiempo de paz*, 106, 37-48.
233. **Wang, X.L.**, (2008). Penalized maximal F test for detectin undocumented mean shift without trend change. *J. Atmos Oceanic Technol.*, 25, 368-384. DOI 10.1175/2007/JTECHA982.1.
234. **Wang, X. L.**, Q.H. Wen, y Y. Wu, (2007). *Penalized maximal t test for detecting undocumented mean change in climate data series*. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 46 (No 6), 916-931. DOI:10.1175/JAM2504.1.
235. **Whittingham M, A.** (2005). *Aportes de la teoría y la praxis para la nueva gobernanza*. *Revista Reforma y Democracia*. CLAD. N° 3. Venezuela.
236. **Wickham, C.** (2012). *Fuerzas productivas y lógica económica del modo de producción feudal*. *Sociedades precapitalistas*, 1(2)
237. **Williamson,** (1998). *Revisión del consenso de Washington*, en L. Emergí (ed.), *El desarrollo económico y social en los umbrales del siglo XXI*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington.

238. **Yohe**, G. y Tol, R. S. J. (2002). *Indicators for social and economic coping capacity - moving toward a working definition of adaptive capacity*. *Global Environmental Change* 12 (2002) 25–40. Elsevier Science Ltd
239. **Zhang** (2020). *ETCCDI Climate Change Indices*. Sitio web disponible en http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml, consultado el 11/04/2022
240. **Zurbriggen**, C. (2011). *Gobernanza: una mirada desde América Latina*. *Perfiles latinoamericanos*, 19(38), 39-64.

ANEXOS

Anexo 1

Suma de Valor de la producción

Municipios RC

Etiquetas de fila	Acuitzio	Álvaro obregón	Charo	Chucándiro	Copándaro	Cuitzeo	Huandacareo	Indaparapeo	Morelia	Querendaro	Santa Ana Maya	Tarímbaro	Zinapécuaro	Total general
Agave		806.33							4048.83	5884.83				10739.99
Aguacate	315831.14		16810.91		311.85			540.82	216988.25	3027.37		1047.2	14005.07	568562.61
Alfalfa verde		53006.78	2468.72	1207.49	1861.78		12124.35	3126.91	1334.64	2895.81	7319.17	281.98	6905.08	92532.71
Avena forrajera en verde	1102.62	6868.5	1285.92	1008.99	668.8	1671.53	1203.18	870	2356	2810.81	788.98	44748.55	3476.92	68860.8
Betabel												2779.67		2779.67
Brócoli					3410.4							1950		5360.4
Calabacita		4501.6	11738		1289.1							3450		20978.7
Camote			369.92					4870.49						5240.41
Cebada grano										366.42				366.42
Cebolla		8550	2943.72	10082.4	44447.43	10846.23					1357.05	11520		89746.83
Chícharo												7553.29		7553.29
Chile seco										7869.41				7869.41
Chile verde		1446.3				3402.9		884.73				2424.77		8158.7
Cilantro												793.27		793.27
Ciruela													61704.34	61704.34
Col (repollo)					3806.55							3000		6806.55
Coliflor					5861.17							5280		11141.17
Durazno	1100.31								4179.27				79695.64	84975.22
Ebo (janamargo o veza)	268.95	39.6	247.5	237.6				71.94	654					1519.59
Ejote												4821		4821
Elote												743.31		743.31
Espinaca												3074.54		3074.54
Fresa		1887.9							100270.24					102158.14
Frijol			52.25	101.75	109.73	212.99	189.43	332.79			384.17	1656.48		3039.59
Garbanzo grano	360	1170	2600.64							306.9		175.51	145.8	4758.85
Guayaba													22413.36	22413.36

Suma de Valor de la producción

Municipios RC

Etiquetas de fila	Acuitzio	Álvaro obregón	Charo	Chucándiro	Copándaro	Cuitzeo	Huandacareo	Indaparapeo	Morelia	Querendaro	Santa Ana Maya	Tarímbaro	Zinapécuaro	Total general
Haba grano									78.65					78.65
Jícama												1989		1989
Lechuga			2640		2580.2							3246.6		8466.8
Lenteja									4232					4232
Maíz grano	22106.09	86594.57	71706.42	3998.58	8278.62	55413.64	13137.72	130841.49	181238.27	50800.79	36427.09	15692.34	49587.94	725823.56
Mano de león (manejo)					5133.79									5133.79
Manzana	1397.11								223.97					1621.08
Nopalitos									65560.8					65560.8
Nube (manejo)					3196.83							134169.63		137366.46
Pastos y praderas									3220.4	429.2				3649.6
Pepino					7568.99							7177.63		14746.62
Pera													15248.04	15248.04
Rábano												3686.9		3686.9
Semilla de maíz grano		583.58												583.58
Sorgo grano		4568.1	3576	2893.68	672.76	2191.95	1698.52	5392.95	311.66	2762.61	3461.81	491.4	2264.64	30286.08
Tomate rojo (jitomate)		9167.55		938	38041.47	1638	647.92					3465.27		53898.21
Tomate verde		1308.76	925.98		2430.75				982.95			3105		8753.44
Trébol													240	240
Trigo grano		8880	222			715.4	1110	9348.05	729.64	5365	6438	624	6105	39537.09
Tuna					145.09									145.09
Zanahoria			14026.05											14026.05
Zempoalxochitl (manejo)					3412.5	484.21						721.5		4618.21
Total general	342166.22	189379.57	131614.03	20468.49	133227.81	76576.85	30111.12	156280.17	586409.57	82519.15	56176.27	269668.84	261791.83	2336389.92

Fuente: elaboración propia con base en datos de SIACON (2021).

Anexo 2

Memoria de cálculo índice de derechos sobre la tierra.

Municipio	Propia		Rentada		A medias o en aparcería		Prestada		Concesión	
	% de terrenos	Ponderación	% de terrenos	Ponderación	% de terrenos	Ponderación	% de terrenos	Ponderación	% de terrenos	Ponderación
		1		0.8571		0.7143		0.5714		0.4286
Acuitzio	0.90836969	0.90836969	0.0210234	0.01802006	0.03649345	0.02606675	0.03173344	0.01813339	0.00000000	0.00000
Álvaro Obregón	0.80698021	0.80698021	0.08682698	0.07442313	0.03426261	0.02447329	0.05575654	0.03186088	0.008299638	0.00356
Copándaro	0.91376702	0.91376702	0.02571861	0.02204452	0.0279879	0.01999136	0.02723147	0.01556084	0.000756430	0.00032
Cuitzeo	0.82072368	0.82072368	0.04413377	0.03782895	0.04714912	0.03367794	0.07264254	0.04151003	0.002467105	0.00106
Charo	0.9385412	0.9385412	0.00247636	0.0021226	0.03039172	0.02170837	0.02746511	0.01569435	0.00000000	0.00000
Chucándiro	0.87559505	0.87559505	0.01682006	0.01441719	0.01682006	0.01201433	0.08759124	0.05005214	0.000317360	0.00014
Huandacareo	0.90401146	0.90401146	0.0508596	0.04359394	0.01146132	0.00818666	0.03080229	0.01760131	0.00000000	0.00000
Indaparapeo	0.86764275	0.86764275	0.03469985	0.02974273	0.06002928	0.04287806	0.01786237	0.01020707	0.00000000	0.00000
Morelia	0.94129637	0.94129637	0.01451284	0.01243958	0.01850795	0.01321996	0.02201386	0.01257935	0.000244598	0.00010
Queréndaro	0.85962214	0.85962214	0.07820738	0.0670349	0.0322935	0.02306678	0.02614236	0.01493849	0.00000000	0.00000
Santa Ana Maya	0.61320755	0.61320755	0.09262436	0.07939231	0.23756432	0.1696888	0.05488851	0.03136486	0.00000000	0.00000
Tarímbaro	0.87760923	0.87760923	0.0468041	0.0401178	0.02268897	0.0162064	0.04939712	0.02822693	0.00000000	0.00000
Zinapécuaro	0.92962755	0.92962755	0.03696425	0.03168364	0.00739285	0.00528061	0.02536028	0.01449159	0.000187161	0.00008

Fuente: elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Anexo 2

Memoria de cálculo índice de derechos sobre la tierra (continuación)

Posesión		No especificado			Índice de Derechos sobre la tierra	
% de terrenos	Ponderación	% de terrenos	Ponderación			
	0.2857		0.1429			
0	0	0.00238001	0.00034	0.9709299	0.0291	
0.00638434	0.0018241	0.00148968	0.00021281	0.94333141	0.0567	
0.00453858	0.00129674	0	0	0.97298466	0.0270	
0.01069079	0.00305451	0.00219298	0.00031328	0.93816573	0.0618	
0.00045025	0.00012864	0.00067537	9.6482E-05	0.97829163	0.0217	
0.00190416	0.00054404	0.00095208	0.00013601	0.95289477	0.0471	
0.00143266	0.00040933	0.00143266	0.00020467	0.97400737	0.0260	
0.01127379	0.00322108	0.00849195	0.00121314	0.95490483	0.0451	
0.00269058	0.00076874	0.0007338	0.00010483	0.98051366	0.0195	
0.00021968	6.2767E-05	0.00351494	0.00050213	0.96522722	0.0348	
0	0	0.00171527	0.00024504	0.89389855	0.1061	
0.00194477	0.00055565	0.00155581	0.00022226	0.96293827	0.0371	
0	0	0.0004679	6.6843E-05	0.98123045	0.0188	

Fuente: elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Anexo 3

Memoria de cálculo Índice de tipo de agricultura

Municipio	Principalmente con agricultura a cielo abierto		Principalmente con agricultura protegida		Terrenos en descanso			Tipo de agricultura (Cielo abierto o protegida)
	Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total	Número de terrenos	Superficie total		
Acuitzio	99.3692382	98.3918488	0.48520136	1.58041238	0.14556041	0.02773879	98.3918488	0.98392
Álvaro Obregón	98.5108531	96.5358968	0.07571933	2.08342008	1.41342756	1.38068314	96.5358968	0.96536
Copándaro	96.1876833	99.038004	0.8797654	0.36046307	2.93255132	0.60153291	99.038004	0.99038
Cuitzeo	95.6502827	95.3903803	0.13049152	0.83352458	4.21922575	3.77609514	95.3903803	0.95390
Charo	99.7780244	99.925848	0.14798372	0.06355729	0.07399186	0.0105947	99.925848	0.99926
Chucándiro	97.9007634	98.8928568	0.12722646	0.08815141	1.97201018	1.01899176	98.8928568	0.98893
Huandacareo	88.9338731	89.9858936	1.75438596	0.50447599	9.31174089	9.50963038	89.9858936	0.89986
Indaparapeo	97.2037652	98.2929891	0.05537099	0.04758527	2.74086379	1.65942565	98.2929891	0.98293
Morelia	98.6719606	98.2100461	1.25958379	1.74338309	0.06845564	0.04657077	98.2100461	0.98210
Queréndaro	97.1285893	95.5284766	0.03121099	0.03214882	2.84019975	4.4393746	95.5284766	0.95528
Santa Ana Maya	99.9478352	95.9173137	0.05216484	4.0826863	0	0	95.9173137	0.95917
Tarímbaro	99.604956	97.2810791	0.08978273	2.57629995	0.30526127	0.14262092	97.2810791	0.97281
Zinapécuaro	94.6018531	93.8165898	0.24170807	0.6423312	5.15643883	5.54107899	93.8165898	0.93817

Fuente: elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Anexo 4

Memoria de cálculo Índice de tamaño de parcela

Municipio	Terrenos con actividad agrícola				Total de terrenos	%0 a 2 ha	Ponderación	%2 a 5 ha	Ponderación
	0 a 2 ha	2 a 5 ha	5 a 20 ha	>20 ha			0.25		0.5
Acuitzio	789	702	514	56	2061	0.38282387	0.09570597	0.34061135	0.17030568
Álvaro Obregón	2518	1150	256	38	3962	0.63553761	0.1588844	0.29025745	0.14512872
Copándaro	524	274	207	18	1023	0.51221896	0.12805474	0.26783969	0.13391984
Cuitzeo	1289	739	264	7	2299	0.56067856	0.14016964	0.32144411	0.16072205
Charo	1489	872	257	85	2703	0.5508694	0.13771735	0.32260451	0.16130226
Chucándiro	1034	330	149	59	1572	0.65776081	0.1644402	0.20992366	0.10496183
Huandacareo	458	160	116	7	741	0.61808367	0.15452092	0.21592443	0.10796221
Indaparapeo	2411	980	182	39	3612	0.66749723	0.16687431	0.27131783	0.13565891
Morelia	4223	1547	1214	320	7304	0.57817634	0.14454409	0.21180175	0.10590088
Queréndaro	2526	525	131	22	3204	0.78838951	0.19709738	0.16385768	0.08192884
Santa Ana Maya	1077	510	303	27	1917	0.56181534	0.14045383	0.26604069	0.13302034
Tarímbaro	3856	1248	386	79	5569	0.69240438	0.1731011	0.22409768	0.11204884
Zinapécuaro	4450	2295	620	82	7447	0.59755606	0.14938902	0.30817779	0.15408889

Fuente: elaboración propia con base en datos de la AMCA (INEGI, 2016).

Anexo 4 (continuación)

Memoria de cálculo Índice de tamaño de parcela

%5 a 20 ha	Ponderación	%>20 ha	Ponderación		Índice de tamaño de parcela
	0.75		1		
0.2493935	0.18704512	0.02717128	0.02717128	0.48022804	0.51977196
0.06461383	0.04846037	0.00959112	0.00959112	0.36206461	0.63793539
0.20234604	0.15175953	0.01759531	0.01759531	0.43132942	0.56867058
0.11483254	0.0861244	0.0030448	0.0030448	0.3900609	0.6099391
0.09507954	0.07130966	0.03144654	0.03144654	0.4017758	0.5982242
0.09478372	0.07108779	0.03753181	0.03753181	0.37802163	0.62197837
0.15654521	0.11740891	0.00944669	0.00944669	0.38933873	0.61066127
0.0503876	0.0377907	0.01079734	0.01079734	0.35112126	0.64887874
0.1662103	0.12465772	0.04381161	0.04381161	0.41891429	0.58108571
0.04088639	0.03066479	0.00686642	0.00686642	0.31655743	0.68344257
0.15805947	0.1185446	0.01408451	0.01408451	0.40610329	0.59389671
0.06931226	0.0519842	0.01418567	0.01418567	0.35131981	0.64868019
0.083255	0.06244125	0.01101115	0.01101115	0.37693031	0.62306969

Anexo 5

Producción agrícola y pecuaria municipal RC 2019

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Acuitzio	Aguacate	1962	0.48472331	315831.14	0.92303425
Acuitzio	Avena forrajera en verde	94	0.02322324	1102.62	0.00322247
Acuitzio	Durazno	20	0.00494111	1100.31	0.00321572
Acuitzio	Ebo (janamargo o veza)	30	0.00741167	268.95	0.00078602
Acuitzio	Garbanzo grano	20	0.00494111	360	0.00105212
Acuitzio	Maíz grano	1861.67	0.45993621	22106.09	0.06460629
Acuitzio	Manzana	60	0.01482334	1397.11	0.00408313
Álvaro Obregón	Agave	12	0.00164162	806.33	0.00425775
Álvaro Obregón	Alfalfa verde	880	0.12038534	53006.78	0.27989705
Álvaro Obregón	Avena forrajera en verde	482	0.06593834	6868.5	0.03626843
Álvaro Obregón	Calabacita	36.83	0.0050384	4501.6	0.02377025
Álvaro Obregón	Cebolla	38	0.00519846	8550	0.04514743
Álvaro Obregón	Chile verde	18.5	0.00253083	1446.3	0.00763704
Álvaro Obregón	Ebo (janamargo o veza)	6	0.00082081	39.6	0.0002091
Álvaro Obregón	Fresa	4.2	0.00057457	1887.9	0.00996887
Álvaro Obregón	Garbanzo grano	65	0.0088921	1170	0.00617807
Álvaro Obregón	Maíz grano	4650	0.63612709	86594.57	0.45725405
Álvaro Obregón	Semilla de maíz grano	9.83	0.00134476	583.58	0.00308154
Álvaro Obregón	Sorgo grano	225	0.03078034	4568.1	0.0241214
Álvaro Obregón	Tomate rojo (jitomate)	52.67	0.00720534	9167.55	0.04840834
Álvaro Obregón	Tomate verde	29.83	0.00408079	1308.76	0.00691078
Álvaro Obregón	Trigo grano	800	0.10944122	8880	0.04688996

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Copándaro	Aguacate	4	0.00273443	311.85	0.00234073
Copándaro	Alfalfa verde	31	0.0211918	1861.78	0.01397441
Copándaro	Avena forrajera en verde	44	0.03007868	668.8	0.00501997
Copándaro	Brócoli	24	0.01640655	3410.4	0.02559826
Copándaro	Calabacita	12.33	0.00842887	1289.1	0.00967591
Copándaro	Cebolla	245.27	0.16766815	44447.43	0.33361979
Copándaro	Col (repollo)	45.5	0.03110409	3806.55	0.02857174
Copándaro	Coliflor	43	0.02939508	5861.17	0.0439936
Copándaro	Frijol	30	0.02050819	109.73	0.00082363
Copándaro	Lechuga	19.33	0.01321411	2580.2	0.01936683
Copándaro	Maíz grano	636	0.43477369	8278.62	0.06213883
Copándaro	Mano de león (manejo)	20.33	0.01389772	5133.79	0.03853392
Copándaro	Nube (manejo)	17	0.01162131	3196.83	0.02399522
Copándaro	Pepino	23.9	0.01633819	7568.99	0.05681239
Copándaro	Sorgo grano	40.17	0.02746047	672.76	0.0050497
Copándaro	Tomate rojo (jitomate)	156.33	0.10686819	38041.47	0.28553703
Copándaro	Tomate verde	43	0.02939508	2430.75	0.01824507
Copándaro	Tuna	4	0.00273443	145.09	0.00108904
Copándaro	Zempoalxochitl (manejo)	23.67	0.01618096	3412.5	0.02561402
Cuitzeo	Avena forrajera en verde	95	0.0174547	1671.53	0.01904565
Cuitzeo	Cebolla	51.33	0.00943105	10846.23	0.12358351
Cuitzeo	Chile verde	2	0.00036747	3402.9	0.03877313
Cuitzeo	Frijol	84	0.01543363	212.99	0.00242684
Cuitzeo	Maíz grano	4726.66	0.86844668	55413.64	0.631391
Cuitzeo	Sorgo grano	179.17	0.03291957	2191.95	0.02497539
Cuitzeo	Tomate rojo (jitomate)	6.5	0.00119427	1638	0.01866361
Cuitzeo	Trigo grano	70	0.01286136	715.4	0.00815137
Cuitzeo	Zempoalxochitl (manejo)	3	0.0005512	484.21	0.00551716
Charo	Aguacate	147	0.02913002	16810.91	0.12772886
Charo	Alfalfa verde	43	0.00852103	2468.72	0.01875727
Charo	Avena forrajera en verde	94	0.01862736	1285.92	0.00977039
Charo	Calabacita	87	0.01724022	11738	0.08918502
Charo	Camote	10.5	0.00208072	369.92	0.00281064
Charo	Cebolla	17	0.00336878	2943.72	0.02236631

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Charo	Ebo (janamargo o veza)	30	0.0059449	247.5	0.0018805
Charo	Frijol	11.5	0.00227888	52.25	0.00039699
Charo	Garbanzo grano	86	0.01704205	2600.64	0.0197596
Charo	Lechuga	22	0.0043596	2640	0.02005865
Charo	Maíz grano	4059.67	0.8044781	71706.42	0.54482353
Charo	Sorgo grano	182.67	0.03619851	3576	0.02717036
Charo	Tomate verde	23	0.00455776	925.98	0.00703557
Charo	Trigo grano	20	0.00396327	222	0.00168675
Charo	Zanahoria	213	0.04220881	14026.05	0.10656957
Chucándiro	Alfalfa verde	24	0.02846064	1207.49	0.05899263
Chucándiro	Avena forrajera en verde	84.67	0.10040675	1008.99	0.04929479
Chucándiro	Cebolla	40	0.04743439	10082.4	0.49258152
Chucándiro	Ebo (janamargo o veza)	20	0.0237172	237.6	0.01160809
Chucándiro	Frijol	35.3	0.04186085	101.75	0.00497106
Chucándiro	Maíz grano	512.8	0.60810891	3998.58	0.19535295
Chucándiro	Sorgo grano	120	0.14230318	2893.68	0.14137242
Chucándiro	Tomate rojo (jitomate)	6.5	0.00770809	938	0.04582654
Huandacareo	Alfalfa verde	225	0.14350954	12124.35	0.4026537
Huandacareo	Avena forrajera en verde	85	0.05421472	1203.18	0.03995801
Huandacareo	Frijol	32.67	0.02083759	189.43	0.00629103
Huandacareo	Maíz grano	1032.17	0.65833886	13137.72	0.43630806
Huandacareo	Sorgo grano	88.33	0.05633866	1698.52	0.05640842
Huandacareo	Tomate rojo (jitomate)	4.67	0.00297862	647.92	0.02151764
Huandacareo	Trigo grano	100	0.06378202	1110	0.03686347
Indaparapeo	Aguacate	5	0.00073821	540.82	0.00346058
Indaparapeo	Alfalfa verde	58	0.0085632	3126.91	0.02000836
Indaparapeo	Avena forrajera en verde	58	0.0085632	870	0.00556692
Indaparapeo	Camote	54.67	0.00807155	4870.49	0.03116512
Indaparapeo	Chile verde	18.5	0.00273137	884.73	0.00566118
Indaparapeo	Ebo (janamargo o veza)	12	0.0017717	71.94	0.00046033
Indaparapeo	Frijol	58.33	0.00861192	332.79	0.00212944
Indaparapeo	Maíz grano	5376.67	0.79381885	130841.49	0.83722382
Indaparapeo	Sorgo grano	317	0.04680231	5392.95	0.03450821
Indaparapeo	Trigo grano	815	0.1203277	9348.05	0.05981597
Morelia	Agave	404	0.02039461	4048.83	0.00690444
Morelia	Aguacate	1335	0.06739306	216988.25	0.37002849

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Morelia	Alfalfa verde	22	0.0011106	1334.64	0.00227595
Morelia	Avena forrajera en verde	155	0.00782466	2356	0.00401767
Morelia	Durazno	37	0.00186782	4179.27	0.00712688
Morelia	Ebo (janamargo o veza)	120	0.0060578	654	0.00111526
Morelia	Fresa	125	0.00631021	100270.24	0.17099011
Morelia	Haba grano	25	0.00126204	78.65	0.00013412
Morelia	Lenteja	460	0.02322158	4232	0.0072168
Morelia	Maíz grano	16441.66	0.83000289	181238.27	0.30906431
Morelia	Manzana	10	0.00050482	223.97	0.00038193
Morelia	Nopalitos	369	0.01862775	65560.8	0.11180036
Morelia	Pastos y praderas	177	0.00893526	3220.4	0.00549172
Morelia	Sorgo grano	47.5	0.00239788	311.66	0.00053147
Morelia	Tomate verde	13	0.00065626	982.95	0.00167622
Morelia	Trigo grano	68	0.00343276	729.64	0.00124425
Querendaro	Agave	419	0.07129039	5884.83	0.07131472
Querendaro	Aguacate	32	0.00544461	3027.37	0.03668688
Querendaro	Alfalfa verde	42	0.00714605	2895.81	0.03509258
Querendaro	Avena forrajera en verde	321.5	0.05470134	2810.81	0.03406252
Querendaro	Cebada grano	35.5	0.00604012	366.42	0.00444042
Querendaro	Chile seco	101.3	0.0172356	7869.41	0.09536465
Querendaro	Garbanzo grano	31	0.00527447	306.9	0.00371914
Querendaro	Maíz grano	4166.67	0.70893444	50800.79	0.61562425
Querendaro	Pastos y praderas	40	0.00680577	429.2	0.00520122
Querendaro	Sorgo grano	188.4	0.03205515	2762.61	0.03347841
Querendaro	Trigo grano	500	0.08507206	5365	0.06501521
Santa Ana Maya	Alfalfa verde	145	0.04706096	7319.17	0.13028938
Santa Ana Maya	Avena forrajera en verde	55	0.01785071	788.98	0.01404472
Santa Ana Maya	Cebolla	14.17	0.00459899	1357.05	0.024157
Santa Ana Maya	Frijol	112.1	0.03638299	384.17	0.00683865
Santa Ana Maya	Maíz grano	1980.5	0.64278783	36427.09	0.64844278
Santa Ana Maya	Sorgo grano	174.34	0.0565835	3461.81	0.06162407

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Santa Ana Maya	Trigo grano	600	0.19473501	6438	0.11460357
Tarímbaro	Aguacate	16	0.00195746	1047.2	0.00380738
Tarímbaro	Alfalfa verde	2	0.00024468	281.98	0.00102521
Tarímbaro	Avena forrajera en verde	815	0.09970822	44748.55	0.16269548
Tarímbaro	Betabel	183	0.02238847	2779.67	0.01010624
Tarímbaro	Brócoli	13	0.00159044	1950	0.00708975
Tarímbaro	Calabacita	23	0.00281385	3450	0.01254341
Tarímbaro	Cebolla	64.33	0.00787022	11520	0.04188408
Tarímbaro	Chícharo	74	0.00905326	7553.29	0.02746203
Tarímbaro	Chile verde	35	0.00428195	2424.77	0.00881591
Tarímbaro	Cilantro	12.67	0.00155007	793.27	0.00288415
Tarímbaro	Col (repollo)	25	0.00305853	3000	0.01090731
Tarímbaro	Coliflor	80	0.00978731	5280	0.01919687
Tarímbaro	Ejote	38	0.00464897	4821	0.01752805
Tarímbaro	Elote	10.67	0.00130538	743.31	0.0027025
Tarímbaro	Espinaca	44.75	0.00547478	3074.54	0.01117832
Tarímbaro	Frijol	14	0.00171278	1656.48	0.00602258
Tarímbaro	Garbanzo grano	87	0.0106437	175.51	0.00063811
Tarímbaro	Jícama	85	0.01039902	1989	0.00723155
Tarímbaro	Lechuga	17.5	0.00214097	3246.6	0.01180389
Tarímbaro	Maíz grano	139	0.01700545	15692.34	0.05705375
Tarímbaro	Nube (manejo)	5853.33	0.71610441	134169.63	0.48781004
Tarímbaro	Pepino	28.33	0.00346593	7177.63	0.02609622
Tarímbaro	Rábano	23	0.00281385	3686.9	0.01340472
Tarímbaro	Sorgo grano	13	0.00159044	491.4	0.00178662
Tarímbaro	Tomate rojo (jitomate)	346.6	0.04240352	3465.27	0.01259893
Tarímbaro	Tomate verde	23	0.00281385	3105	0.01128907
Tarímbaro	Trigo grano	16	0.00195746	624	0.00226872
Tarímbaro	Zempoalxochitl (manejo)	65	0.00795219	721.5	0.00262321
Zinapécuaro	Aguacate	190	0.01964364	14005.07	0.05349697
Zinapécuaro	Alfalfa verde	95	0.00982182	6905.08	0.02637622
Zinapécuaro	Avena forrajera en verde	395	0.0408381	3476.92	0.01328124
Zinapécuaro	Ciruella	2502	0.25867577	61704.34	0.23570002
Zinapécuaro	Durazno	1307	0.13512759	79695.64	0.30442371
Zinapécuaro	Garbanzo grano	9	0.00093049	145.8	0.00055693

Producción agrícola Municipal RC 2019					
Municipio	Cultivo	Superficie sembrada	% de la superficie sembrada municipal	Valor de la producción	% del valor de la producción municipal
Zinapécuaro	Guayaba	290	0.0299824	22413.36	0.0856152
Zinapécuaro	Maíz grano	3573.34	0.36943904	49587.94	0.18941745
Zinapécuaro	Pera	600	0.06203256	15248.04	0.0582449
Zinapécuaro	Sorgo grano	157	0.01623185	2264.64	0.00865054
Zinapécuaro	Trébol	4	0.00041355	240	0.00091676
Zinapécuaro	Trigo grano	550	0.05686318	6105	0.02332006

Fuente: elaboración propia con base en datos de SIACON (2021).

Producción pecuaria RC 2019			
Municipio	Producto	Valor de la producción (miles de pesos)	% valor de la producción municipal
Acuitzio	Bovino-Carne	33442.96	0.56499904
Acuitzio	Bovino-Leche	10608.98	0.17923245
Acuitzio	Porcino-Carne	3596.63	0.06076294
Acuitzio	Ovino-Carne	858.17	0.01449827
Acuitzio	Caprino-Carne	1091.19	0.01843501
Acuitzio	Caprino-Leche	98.56	0.00166511
Acuitzio	Ave-Carne	3230.37	0.05457519
Acuitzio	Guajolote-Carne	115.54	0.00195198
Acuitzio	Ave-Huevo plato	5639.06	0.09526859
Acuitzio	Abeja-Miel	509.72	0.00861142
Álvaro Obregón	Bovino-Carne	13653.92	0.15802863
Álvaro Obregón	Bovino-Leche	25847.09	0.29915073
Álvaro Obregón	Porcino-Carne	27293.17	0.31588747
Álvaro Obregón	Ovino-Carne	503.71	0.00582987
Álvaro Obregón	Caprino-Carne	1105.71	0.01279734
Álvaro Obregón	Caprino-Leche	130.2	0.00150692

Producción pecuaria RC 2019			
Municipio	Producto	Valor de la producción (miles de pesos)	% valor de la producción municipal
Álvaro Obregón	Ave-Carne	4696.73	0.05435932
Álvaro Obregón	Guajolote-Carne	224.44	0.00259764
Álvaro Obregón	Ave-Huevo plato	12521.59	0.14492319
Álvaro Obregón	Abeja-Miel	425	0.00491889
Copándaro	Bovino-Carne	5825.14	0.21687407
Copándaro	Bovino-Leche	2413.07	0.0898403
Copándaro	Porcino-Carne	8432.13	0.31393415
Copándaro	Ovino-Carne	295.29	0.01099386
Copándaro	Caprino-Carne	708.06	0.02636157
Copándaro	Caprino-Leche	111.68	0.00415793
Copándaro	Ave-Carne	2585.14	0.09624659
Copándaro	Guajolote-Carne	99.29	0.00369664
Copándaro	Ave-Huevo plato	6074.75	0.22616723
Copándaro	Abeja-Miel	315	0.01172767
Cuitzeo	Bovino-Carne	12184.13	0.31677361
Cuitzeo	Bovino-Leche	5114.97	0.13298344
Cuitzeo	Porcino-Carne	8714.57	0.22656897
Cuitzeo	Ovino-Carne	299.16	0.00777782
Cuitzeo	Caprino-Carne	1140.7	0.02965691
Cuitzeo	Caprino-Leche	113.4	0.00294827
Cuitzeo	Ave-Carne	3344	0.08694022
Cuitzeo	Guajolote-Carne	160.91	0.00418348
Cuitzeo	Ave-Huevo plato	6781.37	0.17630796
Cuitzeo	Abeja-Miel	610	0.01585931
Charo	Bovino-Carne	21281.94	0.17278059
Charo	Bovino-Leche	20841.78	0.16920709
Charo	Porcino-Carne	2837.23	0.02303447
Charo	Ovino-Carne	793.34	0.00644085
Charo	Caprino-Carne	1312.76	0.01065784
Charo	Caprino-Leche	168.28	0.00136621
Charo	Ave-Carne	68417.67	0.55545902

Producción pecuaria RC 2019			
Municipio	Producto	Valor de la producción (miles de pesos)	% valor de la producción municipal
Charo	Guajolote-Carne	213.6	0.00173414
Charo	Ave-Huevo plato	6546.61	0.05314963
Charo	Abeja-Miel	760	0.00617017
Chucándiro	Bovino-Carne	8832.42	0.35026491
Chucándiro	Bovino-Leche	3051.58	0.12101569
Chucándiro	Porcino-Carne	3401.19	0.13488008
Chucándiro	Ovino-Carne	382	0.01514887
Chucándiro	Caprino-Carne	942.45	0.03737449
Chucándiro	Caprino-Leche	97.36	0.00386098
Chucándiro	Ave-Carne	2958.72	0.11733316
Chucándiro	Guajolote-Carne	121.27	0.00480917
Chucándiro	Ave-Huevo plato	5174.41	0.20520019
Chucándiro	Abeja-Miel	255	0.01011247
Huandacareo	Bovino-Carne	16213.89	0.07268236
Huandacareo	Bovino-Leche	3828.95	0.01716412
Huandacareo	Porcino-Carne	192168.43	0.86143759
Huandacareo	Ovino-Carne	271.28	0.00121607
Huandacareo	Caprino-Carne	510.04	0.00228637
Huandacareo	Caprino-Leche	47.78	0.00021418
Huandacareo	Ave-Carne	4225.89	0.01894349
Huandacareo	Guajolote-Carne	213.45	0.00095684
Huandacareo	Ave-Huevo plato	5339.05	0.02393348
Huandacareo	Abeja-Miel	260	0.00116551
Indaparapeo	Bovino-Carne	25641.61	0.56877459
Indaparapeo	Bovino-Leche	7105.42	0.15761032
Indaparapeo	Porcino-Carne	1934.16	0.04290296
Indaparapeo	Ovino-Carne	349.85	0.00776027
Indaparapeo	Caprino-Carne	1984.69	0.04402381
Indaparapeo	Caprino-Leche	299.62	0.00664608
Indaparapeo	Ave-Carne	2046.72	0.04539974
Indaparapeo	Guajolote-Carne	168.96	0.00374782
Indaparapeo	Ave-Huevo plato	5323.67	0.11808807

Producción pecuaria RC 2019			
Municipio	Producto	Valor de la producción (miles de pesos)	% valor de la producción municipal
Indaparapeo	Abeja-Miel	227.5	0.00504634
Morelia	Bovino-Carne	37524.17	0.07483791
Morelia	Bovino-Leche	42611.91	0.08498486
Morelia	Porcino-Carne	18326.48	0.03655019
Morelia	Ovino-Carne	2068.85	0.0041261
Morelia	Caprino-Carne	2811.13	0.0056065
Morelia	Caprino-Leche	281.4	0.00056122
Morelia	Ave-Carne	379330.31	0.75653337
Morelia	Guajolote-Carne	1636.27	0.00326336
Morelia	Ave-Huevo plato	15315.4	0.03054491
Morelia	Abeja-Miel	1500	0.00299159
Queréndaro	Bovino-Carne	17300.9	0.53315135
Queréndaro	Bovino-Leche	2118.5	0.06528453
Queréndaro	Porcino-Carne	2802.5	0.08636294
Queréndaro	Ovino-Carne	741.31	0.0228445
Queréndaro	Caprino-Carne	1101.25	0.03393655
Queréndaro	Caprino-Leche	113.43	0.0034955
Queréndaro	Ave-Carne	3057.41	0.09421835
Queréndaro	Guajolote-Carne	130.91	0.00403417
Queréndaro	Ave-Huevo plato	4767.9	0.14692949
Queréndaro	Abeja-Miel	316.15	0.0097426
Santa Ana Maya	Bovino-Carne	14733.15	0.21761672
Santa Ana Maya	Bovino-Leche	13107.7	0.19360793
Santa Ana Maya	Porcino-Carne	26284.07	0.38823015
Santa Ana Maya	Ovino-Carne	274.22	0.00405038
Santa Ana Maya	Caprino-Carne	1262.72	0.01865107
Santa Ana Maya	Caprino-Leche	192.13	0.00283787
Santa Ana Maya	Ave-Carne	4072.27	0.06014966

Producción pecuaria RC 2019			
Municipio	Producto	Valor de la producción (miles de pesos)	% valor de la producción municipal
Santa Ana Maya	Guajolote-Carne	181.61	0.00268248
Santa Ana Maya	Ave-Huevo plato	6984.42	0.10316372
Santa Ana Maya	Abeja-Miel	610	0.00901003
Tarímbaro	Bovino-Carne	31871.47	0.24112485
Tarímbaro	Bovino-Leche	75526.13	0.57139588
Tarímbaro	Porcino-Carne	5176.71	0.0391646
Tarímbaro	Ovino-Carne	549.12	0.00415439
Tarímbaro	Caprino-Carne	1238.61	0.00937075
Tarímbaro	Caprino-Leche	112.06	0.00084779
Tarímbaro	Ave-Carne	4892.08	0.03701122
Tarímbaro	Guajolote-Carne	212.82	0.0016101
Tarímbaro	Ave-Huevo plato	11849.29	0.08964626
Tarímbaro	Abeja-Miel	750	0.00567415
Zinapécuaro	Bovino-Carne	17707.17	0.27434436
Zinapécuaro	Bovino-Leche	15991.3	0.24775969
Zinapécuaro	Porcino-Carne	12458.43	0.19302351
Zinapécuaro	Ovino-Carne	1191.32	0.0184576
Zinapécuaro	Caprino-Carne	1421.48	0.02202357
Zinapécuaro	Caprino-Leche	154.63	0.00239575
Zinapécuaro	Ave-Carne	4415.13	0.0684054
Zinapécuaro	Guajolote-Carne	172.01	0.00266502
Zinapécuaro	Ave-Huevo plato	10114.17	0.15670294
Zinapécuaro	Abeja-Miel	917.95	0.01422217

Fuente: elaboración propia con base en datos de SIACON (2021).

Anexo 6

Base de datos desempeño de principales cultivos, IGVAM y CC para la RC de Michoacán

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Acuitzio	0.98170436	Aguacate	Riego	0.29933357	0.3504649	0.06646861	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Aguacate	Temporal	0.26967765	1.15864952	0.07067566	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Avena forrajera en verde	Riego	0.13782496	0.0752804	0.01391337	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Avena forrajera en verde	Temporal	0.21643434	0.06174784	0.06009607	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Durazno	Riego	0.18945519	0.0188408	0.01904069	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.21455945	0.2542589	0.04642046	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Ebo (janamargo o veza)	Temporal	0.2459991	0.0580553	0.0642969	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Garbanzo grano	Riego	0.37730771	0.28799418	0.12638889	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Maíz grano	Riego	0.24521329	0.01730312	0.0120181	17	de 15 a 22 meses
Acuitzio	0.98170436	Maíz grano	Temporal	0.20541107	0.0434865	0.05102613	17	de 15 a 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Alfalfa verde	Riego	0.16236109	0.10030716	0.03377702	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Avena forrajera en verde	Riego	0.1793556	0.42650814	0.05953604	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Calabacita	Riego	0.08089658	0.3286323	0.00133703	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Cebolla	Riego	0.09958012	0.20134871	0.00715042	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.17980338	0.44014135	-0.00543544	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Chile verde	Riego	0.20922708	0.12087024	0.04767059	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Fresa	Riego	0.27192558	0.27457117	0.11989265	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Garbanzo grano	Riego	0.32027265	0.66800151	0.07053865	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Maíz grano	Riego	0.18612965	0.07453902	0.01308444	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Maíz grano	Temporal	0.29079903	0.07772334	0.10277071	24.5	> 22 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Álvaro Obregón	0.93116123	Semilla de maíz grano	Riego	0.21215318	0.54279461	0.32208995	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Sorgo grano	Riego	0.18302753	-0.02913054	0.01887019	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Sorgo grano	Temporal	0.35722634	0.18385358	0.17457265	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.1845517	0.26884597	0.0111468	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Tomate verde	Riego	0.1845517	0.09060033	0.03558134	24.5	> 22 meses
Álvaro Obregón	0.93116123	Trigo grano	Riego	0.24063999	0.21420581	0.00759115	24.5	> 22 meses
Copándaro	0.89598573	Aguacate	Riego	0.36095812	0.1709472	0.1709472	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Alfalfa verde	Riego	0.11353498	0.07432747	0.01246396	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Avena forrajera en verde	Riego	0.20612411	0.44187839	0.04281566	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Avena forrajera en verde	Temporal	0.20392782	0.91211233	0.08700574	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Calabacita	Riego	0.12876827	0.12930984	0.01681012	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Cebolla	Riego	0.19997931	0.19074163	0.03872758	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Cebolla	Temporal	0.24423209	0.17542032	0.02913322	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Col (repollo)	Riego	0.08948049	0.30147797	0.01441724	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Coliflor	Riego	0.08813616	0.36051301	0.02214036	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Frijol	Temporal	0.58421452	0.8115252	0.24185746	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Lechuga	Riego	0.09198955	0.24557945	0.00928807	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Maíz grano	Riego	0.25457836	0.17667897	0.1041973	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Maíz grano	Temporal	0.51330693	1.73247131	0.27443306	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Nube (manejo)	Riego	0.17102245	0.06297516	-0.00237413	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Pepino	Riego	0.15750448	0.09119423	0.01116752	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Sorgo grano	Riego	0.15082481	0.13301045	0.01221478	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Sorgo grano	Temporal	0.21357654	0.30824812	0.00315723	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.32426282	1.28268062	0.09636143	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Tomate verde	Riego	0.17489447	0.18199755	0.03549097	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Tomate verde	Temporal	0.33177829	0.20722225	0.08778617	16	de 15 a 22 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Copándaro	0.89598573	Tuna	Temporal	0.50030001	-0.00239381	-0.01323443	16	de 15 a 22 meses
Copándaro	0.89598573	Zempoalxochitl (manojó)	Riego	0.17867991	0.32928909	0.12364362	16	de 15 a 22 meses
Cuitzeo	0.97677176	Avena forrajera en verde	Riego	0.18405449	0.93497089	0.05793425	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Cebolla	Riego	0.08305809	1.42021357	0.01111884	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Chile verde	Riego	0.57213384	0.02534121	0.01166155	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Frijol	Temporal	0.60907719	0.09720978	0.15855666	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Maíz grano	Riego	0.19884782	0.02546878	0.02657484	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Maíz grano	Temporal	0.53924791	1.39537426	0.17216856	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Sorgo grano	Riego	0.19878188	0.36610138	0.02375184	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Sorgo grano	Temporal	0.26442035	1.08916617	0.04777921	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.25634829	0.27168952	0.22269482	6	Hasta 14 meses
Cuitzeo	0.97677176	Trigo grano	Riego	0.25452907	0.81972206	0.02191203	6	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Aguacate	Riego	0.35375168	1.05923533	0.06991146	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Aguacate	Temporal	0.11231413	0.31447794	0.08006485	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Alfalfa verde	Riego	0.14337571	0.09904792	0.02997356	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Avena forrajera en verde	Riego	0.16892904	0.21724999	0.07962232	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Calabacita	Riego	0.07227151	0.06300988	0.00585702	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Cebolla	Riego	0.21105529	0.15637092	0.18574731	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.15725177	0.66015998	0.0234369	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Frijol	Temporal	0.84712836	1.0907268	0.38748474	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Lechuga	Riego	0.13789127	0.48339874	0.03540025	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Maíz grano	Riego	0.14155942	0.04165441	0.02513407	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Maíz grano	Temporal	0.39667519	1.23154501	1.15320116	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Sorgo grano	Riego	0.17904667	0.88784514	0.03788287	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Sorgo grano	Temporal	0.43204962	1.14441829	0.8599099	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Tomate verde	Riego	0.29517018	0.12727985	0.04687497	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Trigo grano	Riego	0.18223962	0.58575944	-0.03125858	9	Hasta 14 meses
Charo	0.91847203	Zanahoria	Riego	0.15111272	0.0613118	-0.00770632	9	Hasta 14 meses
Chucándiro	0.94327733	Alfalfa verde	Riego	0.10339286	0.08440938	0.00057062		
Chucándiro	0.94327733	Avena forrajera en verde	Riego	0.18201307	0.19528614	0.06713884		

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Chucándiro	0.94327733	Avena forrajera en verde	Temporal	0.14011951	0.12133738	-0.03349952		
Chucándiro	0.94327733	Cebolla	Riego	0.27682175	0.20461527	0.0329064		
Chucándiro	0.94327733	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.29724084	0.17163728	0.07989802		
Chucándiro	0.94327733	Frijol	Temporal	0.50598652	0.26172061	0.13031855		
Chucándiro	0.94327733	Maíz grano	Riego	0.18892704	0.10751282	0.05442306		
Chucándiro	0.94327733	Maíz grano	Temporal	0.54467222	0.75828017	0.28483918		
Chucándiro	0.94327733	Sorgo grano	Riego	0.20845859	0.28437926	0.06530083		
Chucándiro	0.94327733	Sorgo grano	Temporal	0.41574989	0.7274568	0.39659218		
Chucándiro	0.94327733	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.22544159	0.27507937	0.06469241		
Huandacareo	0.95002741	Alfalfa verde	Riego	0.11644492	0.02549169	0.00963831		
Huandacareo	0.95002741	Avena forrajera en verde	Riego	0.19373556	0.16790732	0.06254322		
Huandacareo	0.95002741	Frijol	Temporal	0.88294707	0.19836752	0.40183832		
Huandacareo	0.95002741	Maíz grano	Riego	0.15335892	0.21809164	0.04286745		
Huandacareo	0.95002741	Maíz grano	Temporal	0.5032023	0.44772582	0.24883382		
Huandacareo	0.95002741	Sorgo grano	Riego	0.20878685	0.57683078	0.05497066		
Huandacareo	0.95002741	Sorgo grano	Temporal	0.29665637	0.2718809	0.09617406		
Huandacareo	0.95002741	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.16163622	0.26263343	0.06412251		
Huandacareo	0.95002741	Trigo grano	Riego	0.23883637	1.24335839	-0.01951681		
Indaparapeo	1	Aguacate	Riego	0.0517112	0.05558013	0.03473998	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Alfalfa verde	Riego	0.15445302	0.15541768	0.03075305	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Avena forrajera en verde	Riego	0.11522407	1.12494186	0.04458387	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Camote	Riego	0.21252037	0.53178489	0.0476165	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Chile verde	Riego	0.27685947	0.86013386	0.06172874	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.19681208	0.21219575	-0.02249812	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Frijol	Temporal	0.7967455	0.21438522	0.29149305	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Maíz grano	Riego	0.16978625	1.38831944	0.02094814	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Maíz grano	Temporal	0.33772983	1.86299823	0.07593887	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Sorgo grano	Riego	0.19196988	0.2966832	0.0405733	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Sorgo grano	Temporal	0.34501797	0.34740929	0.2025597	13	Hasta 14 meses
Indaparapeo	1	Trigo grano	Riego	0.23250667	0.46264691	0.01666915	13	Hasta 14 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Morelia	0.956224	Agave	Temporal	0.43163491	0.17075943	-0.11015996	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Aguacate	Riego	0.40232298	0.70826176	0.0971027	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Aguacate	Temporal	0.12484524	0.54748885	0.06291209	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Alfalfa verde	Riego	0.15872548	0.12173083	0.06405526	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Avena forrajera en verde	Riego	0.14617009	0.10991441	0.02620155	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Avena forrajera en verde	Temporal	0.18898472	0.0651006	0.06395416	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Durazno	Riego	0.26335413	0.05940233	0.06474214	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Ebo (janamargo o veza)	Riego	0.21423997	0.28648507	0.03066137	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Ebo (janamargo o veza)	Temporal	0.3562756	0.07175688	0.1134396	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Fresa	Riego	0.37300922	0.39187864	0.02015081	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Haba grano	Temporal	0.28078421	0.0908702	0.07548762	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Manzana	Riego	0.20408963	0.03659356	0.02292169	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Nopalitos	Riego	0.31319325	0.80498916	-0.04184764	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Nopalitos	Temporal	0.12929852	0.32907318	-0.02463501	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Pastos y praderas	Riego	0.17871351	0.00583894	0.02723173	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Pastos y praderas	Temporal	0.07512419	-0.00782652	0.03349282	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Sorgo grano	Temporal	0.36849149	0.28349347	0.10193593	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Tomate verde	Temporal	0.20426652	0.07592781	-0.01918056	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Trigo grano	Riego	0.39650496	0.10418072	-0.14577967	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Trigo grano	Temporal	0.57149202	0.12704104	0.10913148	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Lenteja	Riego	0.13115775	2.81913579	-0.00534466	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Lenteja	Temporal	0.34617249	0.57764631	0.04130592	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Maíz grano	Riego	0.22687031	0.00022542	-0.00069329	21	de 15 a 22 meses
Morelia	0.956224	Maíz grano	Temporal	0.20872432	0.04056997	0.07871011	21	de 15 a 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Aguacate	Temporal	0.37721453	0.4164951	0.17853487	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Alfalfa verde	Riego	0.20495379	0.05947584	0.04542776	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Avena forrajera en verde	Riego	0.34415596	0.39884689	0.145101	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Avena forrajera en verde	Temporal	0.28741852	0.0542374	-0.0197868	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Cebada grano	Riego	0.17876033	1.62679567	0.00087076	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Chile seco	Riego	0.19667236	-0.00655553	0.04920464	34	> 22 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Queréndaro	0.96802651	Garbanzo grano	Riego	0.5592751	1.20293451	0.14913511	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Maíz grano	Riego	0.34397736	0.77134189	0.16987395	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Maíz grano	Temporal	0.21455799	0.12752015	0.08954244	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Pastos y praderas	Temporal	0.18318773	0.08105967	0.08487204	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Sorgo grano	Riego	0.31322502	1.50088233	0.17569198	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Sorgo grano	Temporal	0.37062323	0.412558	0.16783061	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Trigo grano	Riego	0.22932591	0.16592936	0.05340245	34	> 22 meses
Queréndaro	0.96802651	Trigo grano	Temporal	0.1715818	0.13821017	0.12403818	34	> 22 meses
Santa Ana Maya	0.96953536	Alfalfa verde	Riego	0.12244673	0.03127123	0.0067408		
Santa Ana Maya	0.96953536	Avena forrajera en verde	Riego	0.15890733	0.30381019	0.03879902		
Santa Ana Maya	0.96953536	Cebolla	Riego	0.24647407	0.61559996	0.04222601		
Santa Ana Maya	0.96953536	Frijol	Riego	0.40644461	0.69702355	0.13333466		
Santa Ana Maya	0.96953536	Frijol	Temporal	0.52304755	1.27897847	0.12266196		
Santa Ana Maya	0.96953536	Maíz grano	Riego	0.13746333	0.18047033	-0.00676689		
Santa Ana Maya	0.96953536	Maíz grano	Temporal	0.58532586	0.25234717	0.37525012		
Santa Ana Maya	0.96953536	Sorgo grano	Riego	0.21593529	0.47676924	0.01301831		
Santa Ana Maya	0.96953536	Sorgo grano	Temporal	0.31395777	1.84164123	0.09544866		
Santa Ana Maya	0.96953536	Trigo grano	Riego	0.26293918	0.41201641	0.03197998		
Tarímbaro	0.93541382	Aguacate	Riego	0.23130861	0.17479874	0.06961139	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Alfalfa verde	Riego	0.16667873	0.03683017	0.03196428	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Avena forrajera en verde	Riego	0.13402515	0.26721807	0.03293111	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Betabel	Riego	0.12959742	0.01305044	-0.03275717	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Brócoli	Riego	0.1457621	0.02189474	0.02250501	22	de 15 a 22 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Tarímbaro	0.93541382	Calabacita	Riego	0.12598173	0.06830616	0.01867816	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Cebolla	Riego	0.1778894	0.03769277	0.03879876	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Chícharo	Riego	0.15691368	0.06626543	0.02850424	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Chile verde	Riego	0.26337299	0.18973422	0.07375879	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Cilantro	Riego	0.72689224	0.44729397	0.30831386	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Col (repollo)	Riego	0.10149937	0.07195763	-0.01217165	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Coliflor	Riego	0.15748064	0.36009145	0.01852318	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Ejote	Riego	0.33658842	0.10811488	0.06167936	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Elote	Riego	0.25101294	0.10339657	0.06495819	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Espinaca	Riego	1.36024281	0.78513944	0.59620015	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Frijol	Riego	0.21944583	0.37851872	0.01150794	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Frijol	Temporal	0.34119647	0.26424386	0.12211562	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Garbanzo grano	Riego	0.34955228	1.45801145	0.10371364	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Jícama	Riego	0.07189135	0.21754285	-0.00509462	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Lechuga	Riego	0.13499742	0.03104637	0.00346821	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Maíz grano	Riego	0.13886449	0.0408622	0.01637722	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Maíz grano	Temporal	0.39770585	1.35335012	1.22550868	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Nube (manejo)	Riego	0.24765075	0.27166561	0.08285012	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Pepino	Riego	0.09919663	0.17199655	0.00849921	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Rábano	Riego	0.50540229	0.53944987	0.15447962	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Sorgo grano	Riego	0.17583978	0.78743569	0.01047647	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Sorgo grano	Temporal	0.52796878	3.45413778	1.94211672	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Tomate rojo (jitomate)	Riego	0.19507726	0.56129242	0.06804934	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Tomate verde	Riego	0.21544657	0.12882171	0.04467672	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Trigo grano	Riego	0.24138471	0.46338347	0.02531977	22	de 15 a 22 meses
Tarímbaro	0.93541382	Zempoalxochitl (manejo)	Riego	0.26061854	0.59105731	0.1170593	22	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Aguacate	Riego	0.26281855	0.41316185	0.11621869	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Aguacate	Temporal	0.23937805	0.39590242	0.04412067	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Alfalfa verde	Riego	0.21539827	0.0197017	0.04531815	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Avena forrajera en verde	Riego	0.41416329	0.14950602	0.36911631	20	de 15 a 22 meses

Municipio	IGVAM	Cultivo	Modalidad	CV rendimiento (2003-2019)	TC Producción	TC Rendimiento	# meses de tendencia CC	Tendencia de CC agrupado 3
Zinapécuaro	0.8907038	Avena forrajera en verde	Temporal	0.26358106	0.04327328	-0.03301458	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Ciruela	Riego	0.34068389	0.12886416	0.12178259	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Ciruela	Temporal	0.15599944	0.02357588	0.01896037	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Durazno	Riego	0.3733764	0.13021486	0.12334006	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Durazno	Temporal	0.2995218	0.09655582	0.09161475	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Garbanzo grano	Riego	0.35242378	0.51605556	0.24083333	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Guayaba	Riego	0.29653737	0.18715057	0.19968263	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Maíz grano	Riego	0.19039025	0.29333646	0.05465636	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Maíz grano	Temporal	0.20484826	0.54405156	0.07461347	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Pera	Temporal	0.23654455	0.07274526	0.04944807	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Sorgo grano	Riego	0.26950159	0.47581586	0.03259213	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Sorgo grano	Temporal	0.3648578	0.05271514	0.10134138	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Trébol	Riego	0.12624465	0.07319676	0.01316469	20	de 15 a 22 meses
Zinapécuaro	0.8907038	Trigo grano	Riego	0.22445583	0.26877572	0.09611006	20	de 15 a 22 meses

Fuente: Elaboración propia (2021)