

VARIACIONES DE TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN, IMPACTOS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ Y REPERCUSIONES EN PRODUCTORES, EN LA REGIÓN BAJÍO DE MICHOACÁN.

Julio García Bermúdez¹

Hilda R. Guerrero García Rojas²

RESUMEN

La naturaleza en su conjunto se encuentra bajo una dinámica de intensa explotación, en especial por las grandes industrias, la producción de energía con combustibles fósiles, por los usos mineros, la agricultura, ganadería, etc., que siguen siendo consideradas como detonantes del desarrollo en las economías locales. La postura que se tiene es simplemente utilitarista, por lo anterior se desprenden un cúmulo de consecuencias, entre ellas el cambio climático, que si bien la variabilidad del clima ha sido una constante en la historia, ésta tiende a estar más en función de las actividades humanas. El cambio climático es un fenómeno global, pero se manifiesta de manera muy heterogénea por regiones, esto implica diferencias en la forma de abordar un estudio, dada la importancia cobrada en este siglo determina los planes de política pública y las condiciones de desarrollo.

La investigación se basa en el análisis de dos variables, temperatura (°C) y precipitación (mm), consecuentemente sus efectos en el sistema de producción de maíz en la Región Bajío del Estado de Michoacán, se emplean escenarios tomados del cuarto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), no ayudamos de ArcMap (una herramienta que permite visualizar y manipular datos geográficos), el periodo de estudio es

¹ Licenciado en Economía, Facultad de Economía UMSNH, Cel. (443) 1314510, Correo: julgabo17@gmail.com

² Doctora en Ciencias Económicas, Facultad de Economía UMSNH, Cel. (443) 1867665, Correo: hildaquerrero@fevaq.net

2070-2099. En específico, de acuerdo a los escenarios y las variaciones de las variables mencionadas se examina: las afectaciones al cultivo de maíz en cuanto a superficie sembrada, producción y rendimiento; las consecuencias sociales y económicas; y se plantean proyectos o acciones de adaptación, así como de mitigación antes dichos cambios.

Uno de los principales resultados es que no por ley las variaciones de temperatura y precipitación afectarán negativamente al cultivo de maíz, así de los 17 municipios que comprenden la Región Bajío únicamente dos, Tanhuato y Yurécuaro, son los que presentarían consecuencias negativas, mientras que en el resto de los municipios los cambios serán positivos, lo anterior basándonos en la fenología del maíz.

Palabras clave:

Cambio climático, Bajío Michoacán, Producción de maíz.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Dependemos de los recursos naturales, pero no sólo de éstos, dependemos del medio ambiente de donde provienen, de la naturaleza en general para poder vivir.

La naturaleza en su conjunto se encuentra bajo una dinámica de intensa explotación, en especial por las grandes industrias, la producción de energía con combustibles fósiles, por los usos mineros, la agricultura, ganadería, etc., que siguen siendo consideradas como detonantes del desarrollo en las economías locales.

Según Gudynas (2004) la postura que se tiene frente a la naturaleza es simplemente utilitarista, está al servicio del hombre, no posee valores ni derechos propios, en los planes de desarrollo aparece como un predicado, se le percibe como una canasta de recursos, una máquina, una forma de capital, una condición para el crecimiento económico.

Existen múltiples consecuencias de ésta visión hacia la naturaleza, una de ellas es el cambio climático, los seres humanos contribuimos con una parte importante en la generación de los llamados gases de efecto invernadero (GEI), desde nuestra actividad cotidiana hasta los procesos industriales, depósitos de residuos urbanos, agricultura, comercio, deforestación, etcétera, por eso se habla de un cambio climático antropogénico.

El cambio climático según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (2000):

“es un cambio en el estado del clima identificable a raíz, de una variación en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un periodo prolongado, generalmente cifrado en decenios, denota todo cambio tanto si es debido a la variabilidad natural como de la actividad humana”.

Es un fenómeno global pero se manifiesta de manera heterogénea por regiones, esto implica diferencias en la forma de abordar un estudio, ya sea global, regional o local. En él interactúan variables y/o actividades económicas, sociales, culturales, ambientales, y dada su magnitud determinará en gran medida las características y condiciones del desarrollo económico-social de este siglo (Galindo Paliza, 2008).

Su importancia ha ocasionado el cuestionamiento de las bases o premisas de lo que se considera desarrollo, dentro del ámbito agrícola podemos decir que determinará las formas, métodos y técnicas de producción agropecuaria, dada la información consultada para algunas regiones no existe otro camino más que la adaptación. Lo grupos vulnerables serán aquellos con escasos recursos económicos y poca preparación técnica, por ello se deben generar conocimientos necesarios para brindar otra expectativa a estos grupos.

Sobre la participación de la agricultura en México, en 2009 a nivel nacional la tierra de uso agrícola abarcó aproximadamente 30 millones de hectáreas, de las cuales cerca del 80% era de temporal, ésta condición hace que las actividades sean extremadamente susceptibles a las variaciones climáticas, en cuanto a fenómenos como olas de calor, sequias, nivel de precipitación, plagas, etc.

En el Estado de Michoacán para el año 2005 del total de superficie agrícola el 63.7% era de temporal, el restante de riego, la Región Bajío por su parte, sumaba 57.6% de temporal y 42.4% de riego. En cuanto a la producción de maíz, que es sustento de vida para la mayoría de las familias con escasos recursos, en 2011 la Región Bajío aportó el 19.7% del total estatal, en la modalidad de riego y 11.2% en la modalidad de temporal.

II. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

En la Región Bajío del Estado de Michoacán, las variaciones de temperatura y precipitación generaran impactos negativos en el sistema de producción de maíz, con afectaciones para los productores.

III. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

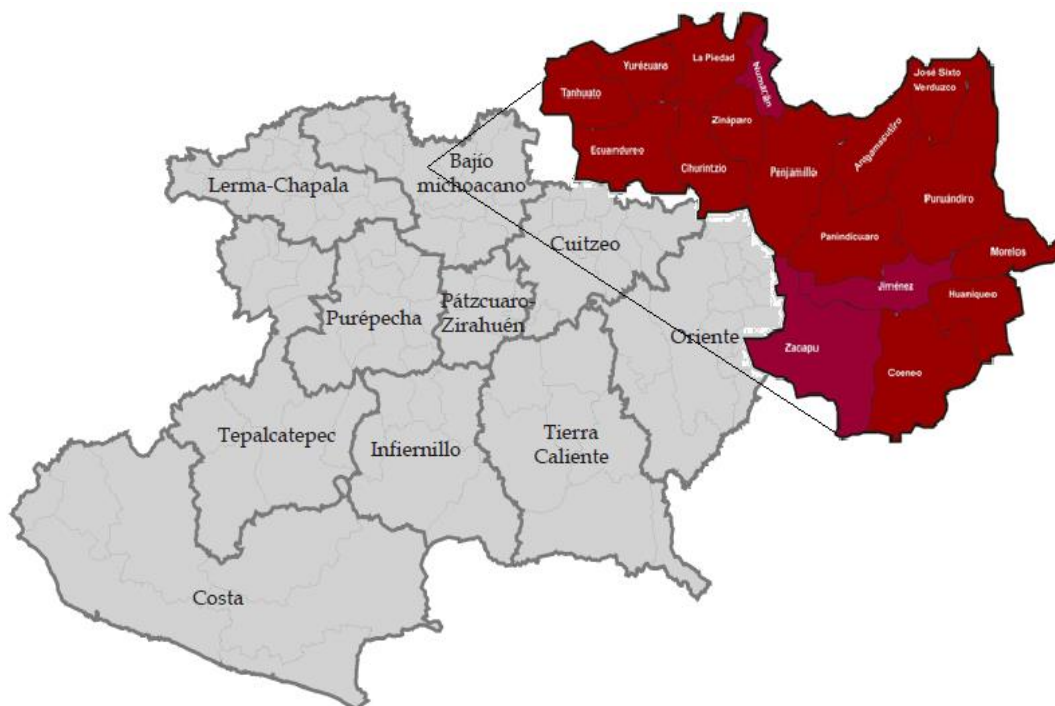
- Analizar y describir a través de los escenarios empleados, el tipo de afectaciones sociales y económicas en los productores.
- Analizar las afectaciones al cultivo de maíz derivado de los cambios en temperatura y precipitación, en cuanto a superficie sembrada, producción y rendimiento.
- Plantear en la medida de lo posible dentro de la región, actividades, proyectos o acciones de adaptación y consecuentemente de mitigación ante calentamiento global y las variaciones de precipitación.

IV. ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA REGIÓN BAJÍO, SU RELACIÓN CON LAS VARIABLES CLIMÁTICAS

En éste apartado tenemos las siguientes variables a analizar: superficie sembrada (ha), superficie cosechada (ha), superficie siniestrada (ha), producción (ton), rendimiento (ton/ha), PMR (\$/ton) y valor de la producción (\$), clasificada por modalidad de riego y temporal, que incluye los ciclos agrícolas otoño invierno y primavera verano. Incluimos datos sobre el aprovechamiento hídrico obtenidos del Distrito de Riego 087 Rosario Mezquite³ que pertenece a la Región Hidrológica VIII Lerma-Santiago-Pacífico. La relación con las variables climáticas es mediante la utilización de datos sobre la precipitación (mm) y temperatura promedio (°C) extraídos de los registros diarios de las estaciones climatológicas a cargo de CONAGUA en Morelia, que corresponde a la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional y a la Gerencia de Redes de Observación y Telemática, el periodo de estudio que es de 2001 a 2011. La Región Bajío está conformada por 17 municipios: Angamacutiro, Coeneo, Churintzio, Ecuandureo, Huaniqueo, Jiménez, José Sixto Verduzco, Morelos, Numarán, Penjamillo, La Piedad, Panindícuaro, Puruándiro, Tanhuato, Yurécuaro, Zináparo y Zacapu. Representa el 8.1% del Estado con una superficie de 4,503.36 km², los municipios de mayor extensión son Panindícuaro con 722.48 km², seguido por Coeneo con 400.91 km² y Zacapu con 322.02km² (Ver mapa no. 4.1).

³ Contempla a los municipios, Yurécuaro, Vista Hermosa, Tanhuato, La Piedad, Numarán, Penjamillo, Angamacutiro y José Sixto Verduzco.

Mapa 4.1 Región II Bajío



Fuente: Elaboración en base a Coordinación para de Planeación para el Desarrollo (CPLADE), 2012.

Como se ha mencionado tenemos caracterizada a la producción por modalidad, en ese sentido presentamos primero los principales resultados de la modalidad de riego, para pasar después a la de temporal, obtuvimos lo siguiente para el periodo mencionado: en los diez primeros años la superficie sembrada tiene un crecimiento promedio de 3.4%, sin embargo si tomamos en cuenta el año 2011, debido a la disminución presentada el promedio cae a 0.7%, por su parte la superficie siniestrada total fue de 16,729 ha, el rendimiento se ha incrementado en un 2% anual, no obstante el PMR ha sufrido un alza del 278% en todo el periodo, esto es un incremento del 16.7% anual.

Los años en donde se registran mayores cambios son 2005, 2006 y 2011, en el caso del 2005 existe una variación positiva de 23.75% respecto de la superficie sembrada del año anterior, para darnos así un total de 29,057 ha, la superficie siniestrada fue de 147 ha, la producción alcanzó 139,769 ton (76.4% superior respecto del 2004), con un rendimiento de 5.6 ton/ha,

obteniendo un PMR de 1,312 \$/ton, para dar un valor de la producción de \$182,458 miles de pesos (un aumento de 71%).

Para el año 2006 la superficie sembrada disminuye en 20% dando un total de 23,261 ha, sin embargo no se registraron superficies siniestradas, por ello la producción es mayor en relación año anterior en 3.2%, dando así un total de 144,238 ton, obteniendo un rendimiento de 6.8 ton/ha (esto es un 20.6% mayor con comparación del 2005), además el PMR ascendió a \$2,171 \$/ton (65.5% más), con lo anterior el valor de la producción llegó a \$311,345 miles de pesos (incremento de 70.6%).

En el 2011 referente a la superficie sembrada existe una baja de 23.2%, con respecto al 2010, para dar un total de 19,339 ha, la superficie siniestrada fue de 160 ha, dando una producción de 117,128 ton, esto es una disminución del 19%, el rendimiento obtenido fue de 6.5 ton/ha, el PMR subió hasta un 68.4%, para llegar a \$4,801 \$/ton y el valor de la producción arrojó \$565,338 pesos (incremento de 36%), los datos pueden observarse en la tabla no. 4.1.

**Tabla 4.1 Región Bajío del Estado de Michoacán, producción de maíz grano.
 Ciclo Agrícola OI+PV (Riego)**

año	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
2001	20,183	16,980	3,203	63,059	6	1,270	76,162
2002	18,647	18,647	0	68,619	5	1,212	85,928
2003	21,396	16,340	5,056	86,284	7	1,367	107,883
2004	23,481	16,540	6,941	79,252	6	1,370	106,669
2005	29,057	28,910	147	139,769	6	1,312	182,458
2006	23,261	23,261	0	144,238	7	2,171	311,345
2007	26,478	25,675	803	152,305	6	2,143	327,927
2008	23,685	23,685	0	137,997	6	2,433	335,686
2009	25,060	24,660	400	128,785	6	2,606	332,476
2010	25,188	25,168	20	144,462	6	2,851	415,559
2011	19,339	19,179	160	117,128	7	4,801	565,338

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP).

En cuanto al aprovechamiento hídrico, el número de usuarios tiene un incremento de 1.4%, la superficie regada (ha) un crecimiento de 0.4% y el volumen distribuido (m³) de 1.8%. Los años en que se registran mayores cambios son 2002, 2003 y 2010.

Para 2002 el volumen distribuido incremento 44.2% con respecto al año 2001, llegando así a 295,800 miles de m³, la superficie regada también tuvo este comportamiento, incrementándose en 12.1%, lo que representa un total de 46,192 ha, referente al número de usuarios este porcentaje se incrementó hasta en un 68.8%, llegando a 17,416. En el año 2003 la tendencia es la misma, el incremento para el volumen distribuido es de 22.7%, totalizando 362,865 miles de m³, la superficie regada llegó a 50,038 ha, esto es un incremento de 8.3%, sin embargo aquí el número de usuarios disminuye en 12.6% lo que nos arroja un total de 15,228.

Finalmente para 2010 existe una disminución considerable del volumen distribuido, con respecto al 2009 la cantidad descendió un 52.6%, se tiene entonces un volumen distribuido de 201,462 miles de m³, la superficie regada también disminuyó en 14.2%, esto es 45,560 ha, y el número de usuarios sumó 11,854 es decir una disminución del 12%, los datos pueden apreciarse en la tabla 4.2.

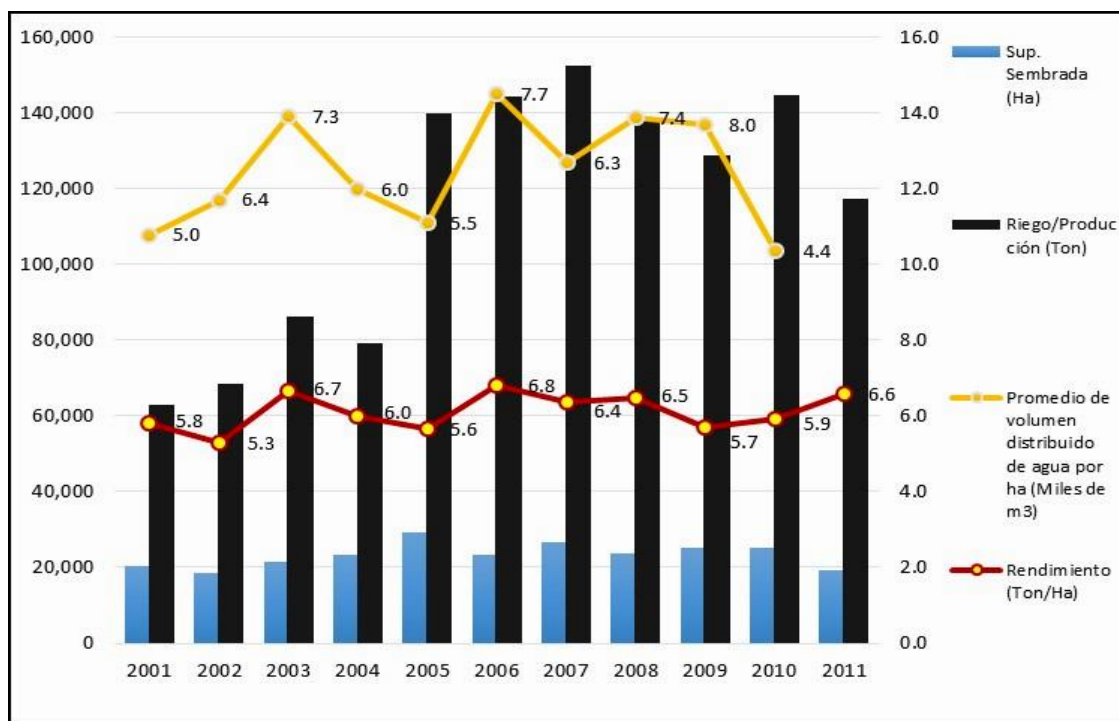
Tabla 4.2 Aprovechamiento de agua. Distrito 087 Rosario Mezquite (VIII Lerma-Santiago-Pacifico)

Año	Usuarios	Variación %	Superficie Regada (Ha)	Variación %	Volumen Distribuido de agua (Miles m3)	Variación %
1998	11,004		45,669		298,595	
1999	11,817	7.4	46,504	1.8	374,031	25.3
2000	13,402	13.4	50,516	8.6	240,669	-35.7
2001	10,313	-23.1	41,210	-18.4	205,091	-14.8
2002	17,416	68.9	46,192	12.1	295,800	44.2
2003	15,228	-12.6	50,038	8.3	362,865	22.7
2004	12,016	-21.1	55,683	11.3	333,993	-8
2005	14,265	18.7	65,613	17.8	358,535	7.3
2006	13,633	-4.4	44,180	-32.7	340,444	-5.1
2007	13,634	0.01	51,125	15.7	321,929	-5.4
2008	14,777	8.4	51,961	1.6	384,696	19.5
2009	13,448	-9	53,110	2.2	424,767	10.4
2010	11,854	-12	45,560	-14.2	201,462	-52.6
Promedio		2.9		1.2		0.7

Fuente: Elaboración propia en base a las estadísticas agrícolas de los Distritos de Riego (CONAGUA).

La relación de las variables mencionadas se aprecia en la gráfica no X, poder notarse que el rendimiento y el promedio de volumen distribuido por hectárea tienen similar tendencia, acentuada para los primeros años, en 2003 existe un incremento en el rendimiento obtenido, esto es 6.7 toneladas por hectárea, pero también se tiene un registro de un mayor volumen distribuido por hectárea, pasando de 6.4 para el año 20002 a 7.25 mil m³, esto es incremento del 13.2%. Para el año 2004 el rendimiento disminuye a 6 toneladas por hectárea y el volumen distribuido de igual forma disminuye en un 17.3%, llegando a 6 mil m³. Un año en donde también se registra un alto rendimiento es 2006 y a ello corresponde también un mayor volumen de agua distribuido, el mayor de todos los años analizados, llegando así a 7.7 mil m³, es decir un incremento del 41% respecto del 2005, el conjunto de variables se observa en la gráfica siguiente.

Gráfica No. 4.1 Región Bajío: Superficie sembrada, producción y rendimiento de maíz: Promedio de volumen distribuido de agua por hectárea sembrada, 2001-2011.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) y; estadísticas agrícolas de los Distritos de Riego (CONAGUA).

Ahora presentamos los resultados de la modalidad de temporal: si realizamos una comparación entre superficie sembrada de riego y temporal vemos que ésta última es mucho mayor, sin embargo el rendimiento cae en un 60% y las superficies siniestradas son mucho mayores, ya que dependen en mayor medida de factores climáticos, precipitación y temperatura entre ellos.

En el periodo de estudio, los años en donde se registran mayores cambios son 2005, 2007 y 2011, para el primer año en cuestión, la superficie sembrada aumenta en 15% con respecto al año anterior, dando así un total de 52,644 ha, sin embargo es el segundo año con mayor superficie siniestrada con un total de 14,752 ha (el primer año es el 2009 con 21,632 hectáreas), correspondió entonces un producción de 107,886 toneladas, con un rendimiento de 3 ton/ha, un PMR de \$1,306 pesos/ton, alcanzando un valor de la producción de \$142,087 miles de pesos. El siguiente año es 2007, en él se registra también un incremento de la superficie sembrada la cual es de 19.4% (respecto del 2006) con esto tenemos un total de 57,927 ha, la superficie siniestrada sumó 3,400 ha con una producción de 209,880 ton, un rendimiento de 3.8 ton/a, un PMR de \$2,150 pesos/ton dando así un total de \$461,056 miles de pesos.

Y finalmente tenemos al año 2011 en él se registra una disminución de 37.6% en cuanto a superficie sembrada (respecto del año 2010), dando un total de 30,037 ha, se registraron 2,131 ha siniestradas, la producción sumó 88,701 ton, el rendimiento bajo un 29% dando como resultado apenas 2.7 ton/ha, el PMR incrementó en 68% alcanzado los \$4,708 pesos/ton, para dar un valor de la producción de \$414,599 miles de pesos. Al igual que en la modalidad de riego existe un crecimiento constante del PMR, llegando al final de periodo a representar un alza del 265%, esto es un alza promedio de 16.3% anual, en la tabla 4.3 se aprecian los datos.

**Tabla 4.3 Región Bajío: Producción de maíz grano.
 Ciclo agrícola OI+PV (Temporal)**

año	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Sup. Siniestrada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
2001	50,592	50,592	0.00	193,387	3.9	1,291	255,184
2002	51,334	50,004	1,330	121,493	2.7	1,422	175,959
2003	46,814	44,711	2,103	178,505	4.6	1,409	256,710
2004	45,763	38,901	6,861	183,227	4.7	1,359	254,074
2005	52,645	37,892	14,752	107,886	3	1,306	142,088
2006	48,514	40,472	8,042	161,573	3.9	2,174	352,357
2007	57,928	54,527	3,400	209,880	3.8	2,150	461,057
2008	50,854	50,854	0.00	244,418	4.7	2,312	567,912
2009	53,223	31,590	21,633	125,009	3.9	2,659	331,348
2010	48,112	47,604	508	176,192	3.8	2,797	492,457
2011	30,037	27,906	2,131	88,701	2.7	4,708	414,599

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP).

Ya mencionamos que tanto la siembra de maíz de temporal como la de riego dependen y están expuestos a factores climáticos, pero cómo afectan éstos factores al sistema de producción y a la agricultura en general, para las variables analizadas, el nivel de precipitación determina en gran medida la disponibilidad del recursos hídrico para la superficie de riego, ya que el nivel del nivel de lluvias depende el cauce de ríos, reabastecimiento de pozos y presas, que son base para la distribución del líquido, además un nivel de lluvias adecuado es esencial para el crecimiento de la planta de maíz.

Un segundo argumento es el análisis fenológico del maíz, tenemos pues que es una planta propia de tierras calientes y húmedas, requiere que las temperaturas promedio oscilen entre 21 y 32°C y mucho sol para desarrollarse bien, presenta rendimientos más altos cuando los años son más frescos, cuando la temperatura es mayor a 32°C se provoca un severo estrés en la

planta, agravándose cuando se tiene poca humedad, este estrés se refleja más en la etapa de llenado de grano, donde las variaciones mínimas de temperatura afectan severamente el rendimiento del maíz, las temperaturas menores a 8°C también afectan el desarrollo de la planta, necesita de un nivel de lluvias de 600 a 1000 milímetros por año cultivado (Cantú Almaguer, Reyes Méndez, Rodríguez del Bosque, 2010).

Las altas temperaturas incrementan la incidencia de plagas como el gusano elotero y cogollero, la presencia de aflatoxinas en el grano, desecho metabólico que produce el hongo *Aspergillus flavus*, su desarrollo y reproducción se favorece por altas temperaturas nocturnas llegando a presentar pérdidas totales si existe una sequía en este periodo.

Cada etapa de desarrollo del maíz demanda diferentes cantidades de agua, cuando brota de la tierra requiere menos cantidad, basta sólo una humedad constante, sin embargo en la fase de crecimiento deberá tener suficiente agua, siendo la floración el periodo más importante, porque de ello dependerá la producción obtenida, El maíz se adapta muy bien a todo tipo de suelos, especialmente los ligeramente ácidos, profundos, ricos en materia orgánica, con buen drenaje para no permitir encharcamientos que asfixian las raíces (SIAP, 2012).

Proseguimos entonces con las estadísticas sobre temperatura y precipitación, en éste caso tenemos un periodo de 1995 a 2010, que homogeneizaremos cuando estemos en la relación con las variables de producción de maíz. Para el primer año 1995 tenemos una temperatura promedio de 15.7°C, con una precipitación de 914.5 mm, en el siguiente año 1996 la temperatura promedio dentro de la Región bajó 10.7%, para ubicarse en 14°C, los siguientes años no representan grandes cambios así la temperatura se ubicó dentro del rango de 12 y 13°C.

Del resto de los años en cuanto a precipitación pluvial se tiene un comportamiento heterogéneo, los más sobresalientes son 1996, 1999, 2005 y 2009, para el primer año mencionado existe una disminución de 33.3%, con respecto al año anterior, ubicándose en 610.1 mm, en 1999 también existe una disminución que es de 29.1%, para darnos un total de 562.5 mm, los siguientes años son de aumentos constantes, sin embargo al llegar al 2005 la tendencia cambia, la baja alcanza los 41.4% para darnos un total de 534.6 mm, después de esto nuevamente la tendencia es a la alza, no obstante en 2009 el nivel cae de nueva forma en un 23.32% llegando a 614.3 mm.

También presentamos la temperatura máxima promedio, en este caso tenemos un rango de comportamiento de 26 a 28°C, el año más importante es 2006 en donde la temperatura se ubicó en 28°C.

Existen casos específicos que deben mencionarse, destaca Tanhuato en donde las temperaturas son muy elevadas, en 1995 el promedio máximo llegó a 35.7°C, en 1996 34.8°C, para 2003 se registró una temperatura de 35.3°C y finalmente para 2006 fue de 34.8°C, en Yurécuaro de 1995 a 1997 se registraron temperaturas por encima de los 30°C; José Sixto Verduzco tiene para el año 2000 un promedio máximo de 31.3°C y para el año 2001 así como para el 2002 la temperatura oscilo cerca de los 31°C, la tabla no. 4.4 muestra el comportamiento de estas variables.

	Temperatura promedio (°C)	Variación %	Temperatura Máxima Promedio (°C)	Variación %	Precipitación (mm)	Variación %
1995	15.71		27.86		914.5	
1996	14.02	-10.7	27.80	-0.2	610.1	-33.3
1997	13.19	-5.9	27.17	-2.3	627.7	2.9
1998	13.62	3.2	27.43	0.9	793.1	26.4
1999	12.66	-7.0	27.08	-1.3	562.5	-29.1
2000	13.22	4.4	27.38	1.1	592.5	5.3
2001	12.84	-2.9	26.89	-1.8	706.2	19.2
2002	12.85	0.1	26.47	-1.6	742.0	5.1
2003	12.67	-1.4	26.28	-0.7	900.9	21.4
2004	13.00	2.6	26.01	-1.0	912.3	1.3
2005	12.77	-1.8	27.67	6.4	534.6	-41.4
2006	12.99	1.8	28.02	1.3	679.6	27.1
2007	12.36	-4.9	27.62	-1.4	774.3	13.9
2008	13.72	11.0	26.71	-3.3	801.1	3.5
2009	13.77	0.4	27.76	3.9	614.3	-23.3
2010	13.65	-0.9	26.30	-5.3	778.2	26.7
Promedio		-0.80		-0.35		1.7

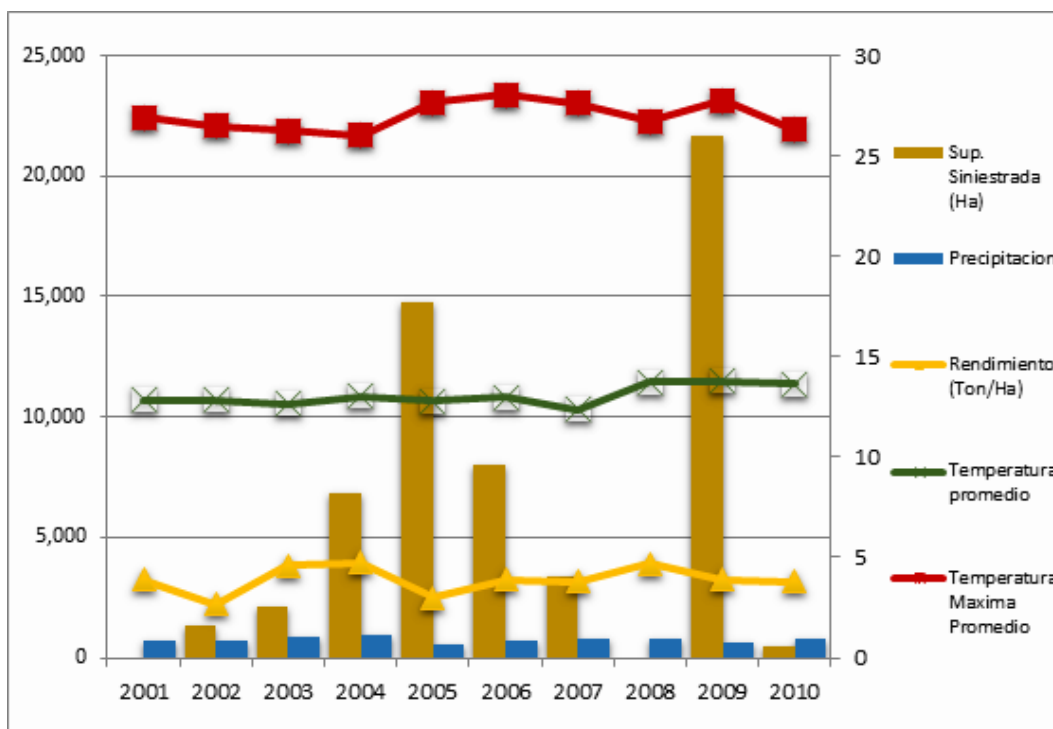
Tabla 4.4 Región Bajío: Temperatura promedio, máxima y precipitación

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de los registros diarios de las estaciones climatológicas presentes en cada uno de los municipios que comprenden la Región Bajío, a cargo de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA).

Analizando las variables de superficie siniestrada y rendimiento para el caso de la modalidad de temporal de maíz, sumando la precipitación, temperatura promedio y temperatura máxima, vemos que sobresalen los años 2005 y 2009. Para el primer año la superficie siniestrada registro un total de 14,752 ha, esto es el 24.3% respecto del total (60,761 ha), el rendimiento disminuyó en 36.3% con respecto al año 2004, dando así 3 ton/ha, para las variables climáticas los cambio son los siguientes, la temperatura promedio descendió un 1.8%, dando como resultado 12.7°C, la temperatura máxima aumentó en 6.4% para ubicarse en 27.7°C, finalmente donde se muestra un gran cambio es en nivel de precipitación, el porcentaje decayó hasta un 41.4% el más alto de todo el periodo (de 2001 a 2010), sumando un total de 534.6 mm.

Para el 2009 se registra el mayor número de superficie siniestrada con 21,632, es decir el 35.6% del total (60,761 ha), el rendimiento cae un 17.6% para ubicarse en 3.8 ton/ha, respecto de la temperatura promedio el incremento apenas es de un 0.4%, esto nos da 13.7°C, la temperatura promedio máxima aumenta 3.4%, para ubicarse en 27.7°C, en el año también la precipitación sufre una caída esta vez de 23.3%, para darnos un acumulado de apenas 614.3 mm, en la gráfica 4.2 se vislumbra la relación y comportamiento de las variables.

Gráfica 4.2 Región Bajío: Superficie siniestrada, precipitación, rendimiento, temperatura promedio y máxima.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) y; registros de las estaciones climatológicas de la Región Bajío, CONAGUA.

V. ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA REGIÓN BAJÍO

Antes de avanzar hay varios conceptos íntimamente relacionados con los escenarios que debemos definir para poder tener una visión más clara, en primer lugar debemos identificar que

el elemento principal es la prevención, entendido como una estrategia en el proceso de planificación ya que contribuye a reducir el riesgo, es decir la planificación en suma es un tema de gestión del riesgo. Así para poder adaptarse digamos a sequias o inundaciones, olas de calor más intensas es necesario llevar a cabo una gestión del riesgo de fenómenos meteorológicos, esto requiere de un conocimiento del peligro y la vulnerabilidad de los agentes que intervienen y demás sistemas afectados.

Pero ¿cómo definimos al riesgo? o ¿qué es el riesgo al cambio climático? Es una condición de la naturaleza o acontecimiento potencial que implica una amenaza a la salud, seguridad o bienestar de un grupo de ciudadanos, las actividades, o la economía de una comunidad. Así pues el riesgo implica tres factores, el peligro o amenaza, la vulnerabilidad y la magnitud de los daños (Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, 2010).

En el caso de la vulnerabilidad se entiende como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y en particular la variabilidad del clima y fenómenos extremos. La vulnerabilidad depende del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que este expuesto un sistema y de su sensibilidad y capacidad adaptativa (Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, 2010).

Ahora bien no todos los cambio son malos por ello un concepto asociado es la sensibilidad, que se define como el nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente.

¿Qué papel juegan los escenarios de cambio climático en la prevención y/o en la gestión del riesgo? Para poder plantear y efectuar acciones tanto de adaptación y mitigación es necesario

en primer lugar estimar los impactos potenciales de las variaciones de temperatura y precipitación, en magnitud, ubicación y plazo.

Es decir debemos tener en primer lugar definido cuál es nuestro contexto, de aquí se desprende el grado de vulnerabilidad o susceptibilidad de cada uno de los sistemas, paralelamente desarrollar el análisis sobre los principales riesgos y amenazas, de aquí en adelante el tiempo es crucial, ya que conjugando las dos acciones anteriores podemos determinar el impacto, la magnitud de los mismo y el plazo en que sucedería.

Una aclaración que debemos hacer es la distinción entre mitigación y adaptación, esto surge desde la perspectiva de espacio, es decir por un lado la mitigación tiene un espacio global y un compromiso internacional, esto es, que las acciones que involucran la reducción de emisiones de GEI tienen repercusiones a nivel global, dado que muchas personas gozaran de estos beneficios porque simplemente no se pueden circunscribir a un espacio definido, las acciones por supuesto sí, por último hay que agregar que la mitigación resulta de una intervención antropogénica. En el caso de la adaptación puede referirse tanto a sistemas naturales como humanos, pero en este caso tiene una dimensión local, porque se trata por ejemplo de acciones de un determinado sector, actividad o población.

Una característica que presentan ambos conceptos es que las opciones para la implementación de acciones están a menudo en función del ingreso, es entonces que existen pocas alternativas para los segmentos más pobres en cuyo caso la vulnerabilidad se acrecienta, pues los costos de los daños que se sufren es proporcionalmente mayor que en otros segmentos o clases sociales.

Dentro de la agricultura ya se ha mencionado que existirán serias consecuencias para los pequeños productores, esto por la escasa infraestructura, conocimiento, implementación de tecnologías y acceso a créditos de inversión o contra riesgos, que en su mayoría involucran erogaciones económicas, súmese a ello los planes gubernamentales que tienen una dinámica ex-post, es decir se reacciona una vez sucedido el fenómeno, pero se recrean las mismas condiciones de sensibilidad y/o vulnerabilidad. Es aquí donde los escenarios cubren algunas necesidades en esta idea de prevención, un escenario contiene una serie de variables relacionadas entre sí para formar un cuadro que muestre cómo el mundo podría ser en una fecha determinada. Estos escenarios permiten la posibilidad de tomar acciones en el presente para cambiar el futuro.

Los escenarios son versiones simplificadas de la realidad, es decir constituyen una descripción aproximada de los fenómenos del mundo con el fin de comprenderlos y conforme va avanzando la ciencia se han podido agrupar cada vez más e incluir datos, que representan la descripción de varios fenómenos, acontecimientos y hechos para tener una mayor certidumbre (Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey, 2010).

Los escenarios no son un pronóstico ni una extrapolación de tendencias históricas, lo que hacen es describir un futuro posible, internamente coherente y no asignan probabilidades de producirse.

En nuestro análisis utilizaremos los diversos escenarios elaborados y publicados por el IPCC, que sin duda actualmente son los más empleados para conjeturar los cambios a futuro, sólo haremos una introducción de los mismos ya que a la hora de abordarlos daremos con más detalle sus características. Los escenarios son tomados del Informe Especial del IPCC sobre Escenarios de Emisiones (IEEE) del año 2000, para describir de manera coherente las

relaciones entre las fuerzas determinantes de las emisiones y su evolución, y para añadir un contexto a la cuantificación de los escenarios, se desarrollaron cuatro líneas evolutivas diferentes, cada una de ellas representa un cambio (o tendencia) demográfica, social, económico, tecnológico y medio ambiental. Cada escenario también representa una interpretación cuantitativa específica de una de las cuatro líneas evolutivas, el conjunto de escenarios basados en una misma línea evolutiva constituye una familia de escenarios.

Las cuatro líneas evolutivas cualitativas proporcionan cuatro conjuntos de escenarios denominados familias A1, A2, B1 y B2. El conjunto de escenarios se compone de seis grupos tomados de las cuatro familias, un grupo de cada una de las familias A2, B1 y B2 y tres grupos de la familia A1, que caracterizan el desarrollo alternativo de tecnologías de energía: A1F1 (utilización intensiva de combustible de origen fósil), A1B (equilibrado) y A1T (predominantemente con combustible no de origen fósil) (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2000).

En su conjunto exploran vías de desarrollo alternativas incorporando toda una serie de fuerzas determinantes; demográficas, económicas y tecnológicas, junto con las emisiones de GEI resultantes. Los escenarios no contemplan otras políticas climáticas, además de las existentes, las características fundamentales de cada una de las cuatro familias son las siguientes:

- La familia de líneas evolutivas y escenarios A1 presupone un crecimiento económico mundial muy rápido, un máximo de la población mundial hacia mediados de siglo, y una rápida introducción de tecnologías nuevas y más eficientes. Se divide en tres grupos, que reflejan tres direcciones alternativas de cambio tecnológico: intensiva en combustibles fósiles (A1FI), energías de origen no fósil (A1T), y equilibrio entre las distintas fuentes (A1B).

- La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describe un mundo muy heterogéneo con crecimiento de población fuerte, desarrollo económico lento, y cambio tecnológico lento.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B1 describe un mundo convergente, con la misma población mundial que A1, pero con una evolución más rápida de las estructuras económicas hacia una economía de servicios y de información.
- La familia de líneas evolutivas y escenarios B2 describe un planeta con una población intermedia y un crecimiento económico intermedio, más orientada a las soluciones locales para alcanzar la sostenibilidad económica, social y medioambiental.

Las familias de escenarios A1 y B1 están basadas en los bajos valores obtenidos de la proyección de 1996 del Instituto Internacional para el Análisis de Sistemas Aplicados (IIASA). Representan la trayectoria más baja, que aumenta hasta 8.700 millones de aquí a 2050 y disminuye hasta 7.000 millones en el período hasta 2100, combinando de ese modo una baja fertilidad con una baja mortalidad. La familia de escenarios B2 está basada en la proyección de población media de 1998 de las Naciones Unidas a largo plazo, que arroja 10.400 millones en el período hasta 2100. La familia de escenarios A2 está basada en un escenario de crecimiento de población elevado, de 15.000 millones para el año 2100, derivado de una notable disminución de la fertilidad en la mayoría de las regiones, seguida de una estabilización en niveles superiores a los de crecimiento vegetativo. Es inferior a la proyección elevada de las Naciones Unidas de 1998, cifrada en 18.000 millones (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2000).

La elección de uno u otro escenario contiene necesariamente elementos subjetivos, de cómo se percibe que evolucionará la realidad por ejemplo, no obstante también se basa en hechos históricos y el contexto actual, para la selección de nuestros escenarios hemos tomando en cuenta los factores antes mencionados y creemos que la línea evolutiva y familia de escenarios

A2 y B1 son las que mejor se ajustan al proceso actual y son los que contienen las mayores coincidencias de las diversas dinámicas presentes y futuras a nivel nacional, regional y municipal. Aquí también se hace necesario apuntar cuál es el periodo de análisis, de 2070 a 2099, se estudiará los cambios de temperatura (°C) y precipitación (mm).

En el caso de las variables estudiadas se utilizarán los conceptos de anomalía e incertidumbre, el primer término representa la diferencia entre el valor histórico y el valor esperado, es decir si se tiene un valor histórico de 24 °C y el valor esperado para el final del periodo es de 24.5 °C, entonces tenemos una anomalía de +0.5 °C, en el caso del manejo de la incertidumbre se refiere simplemente a la diferencia presente en los modelos, donde un valor con más incertidumbre es menos confiable.

Finalmente, en esta actividad haremos uso de una herramienta denominada ArcMap, que es una aplicación central para visualizar y manipular datos geográficos, esta herramienta pertenece a un programa a un más completo denominado ArcGis, que es un programa informático que agrupa varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica.

V. a ESCENARIO A2, PERIODO DE ESTUDIO 2070-2099

La familia de líneas evolutivas y escenarios A2 describen un mundo muy heterogéneo, sus características más distintivas son la autosuficiencia y la conservación de las identidades locales. Las pautas de fertilidad en el conjunto de las regiones convergen muy lentamente, con lo que se obtiene una población mundial en continuo crecimiento. El desarrollo económico está orientado básicamente a las regiones y el crecimiento económico por habitante así como el cambio tecnológico están más fragmentados y son más lentos que en otras líneas evolutivas.

A nivel nacional las variaciones van de +2.45 hasta 3.64 °C, con una incertidumbre que va de 1.2 a 0.48 °C. Para la Región identificamos cinco valores de temperatura, el incremento mayor se presenta en los municipios de Tanhuato, Yurécuaro, La Piedad, Ecuandureo, Churintzio y Zináparo, donde la temperatura que se espera es de +3.1 °C, con una incertidumbre de 0.6 °C.

Enseguida para los municipios de Penjamillo, Angamacutiro, Numarán, más de la mitad de José Sixto Verduzco, tres cuartas partes de Puruándiro y parte también de Zináparo y Panindícuaro el incremento es de 3.07 °C, el nivel o valor de incertidumbre es de 0.62 °C.

En los municipios de Zacapu, Coeneo, Jiménez, tres cuartas partes del territorio de Panindícuaro (ubicada al sur) y la parte oeste Huaniqueo, Morelos y en el caso Puruándiro la parte sudoeste, el incremento se espera de 3.05 °C, la incertidumbre corresponde a 0.61 °C.

En el resto los datos son los siguientes, la parte este de Huaniqueo y Morelos el incremento se espera de 2.97 °C y en la misma localización Puruándiro así como José Sixto Verduzco de 2.9 °C (para la parte que colinda con Guanajuato), con un valor de incertidumbre de 0.57 y 0.61 °C respectivamente.

Los municipios donde los cambios esperados pueden resultar negativos debido a sus condiciones de temperatura son los siguientes:

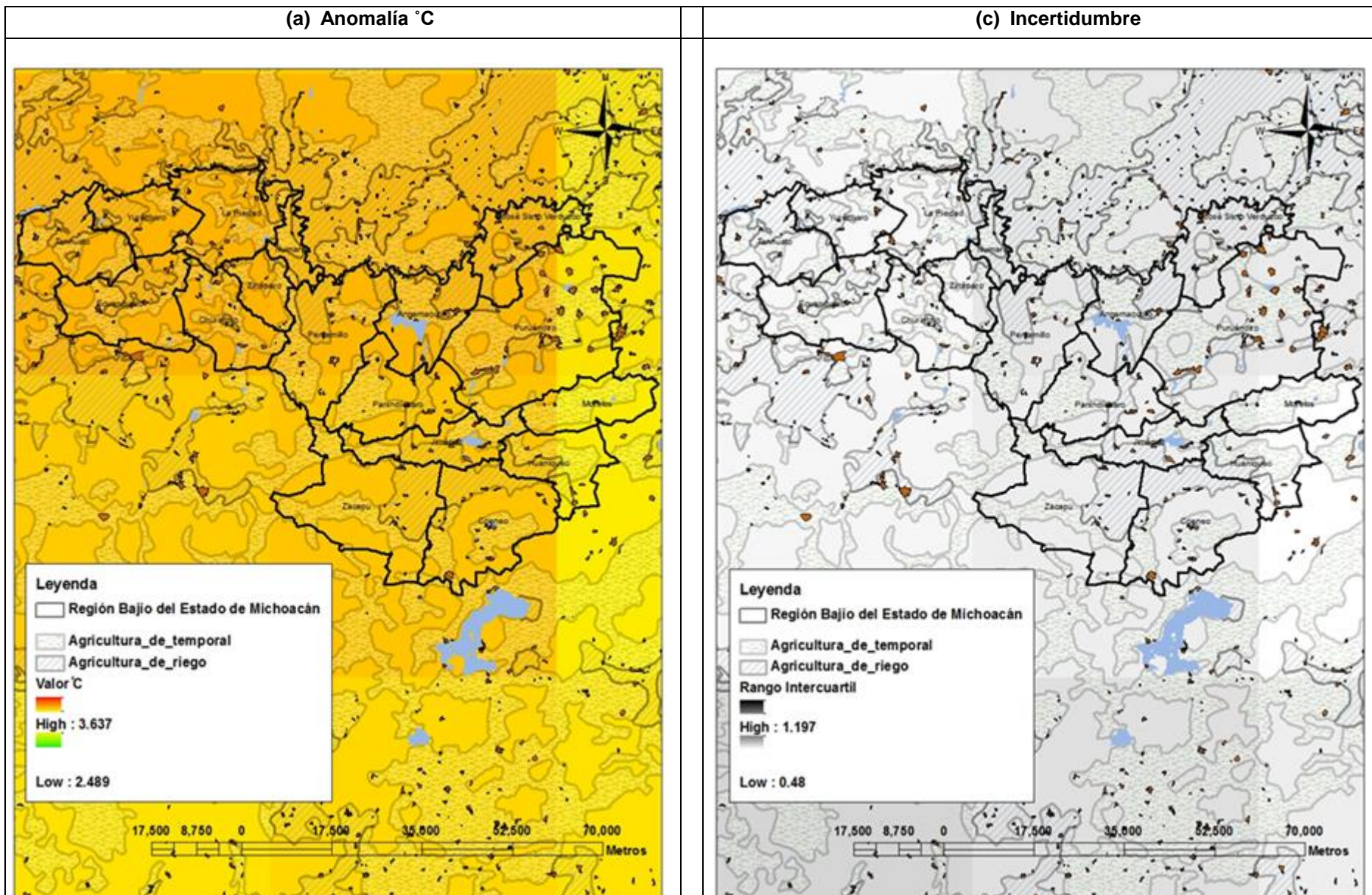
- Tanhuato; la temperatura promedio es de 21.4 °C, se espera que llegue al final de siglo a 24.5 °C y la temperatura máxima promedio 36.2 °C, en total la afectación de superficie se espera de 4,700 ha, considerando la siembra en modalidad de temporal y riego, la población afectada directamente, es decir la que se encuentra dentro del sector primario sería del 47% (tomando como base datos del año 2000).
- Yurécuaro; teniendo una temperatura promedio de 14.73 °C con el incremento llegaría a 17.8 °C, en la temperatura máxima teniendo un promedio de 29.3 °C, con esta variación

ascendería a 32.4°C. En este municipio según datos del 2000 el 30% de la población económicamente activa se encontraba dentro del sector primario, la superficie contemplada es de 2,120 ha, tomando como base al año 2011.

- Panindícuaro; la temperatura promedio es de 10.7 °C, con el aumento se espera llegue a 13.7 °C, pero si analizamos la temperatura máxima que es de 29.7 °C, ésta llegaría a 32.79 °C, arriba del rango idóneo para la planta de maíz, la superficie contemplada es de 1,580 ha, en este caso la población ocupada en el sector primario para el año 2000 fue de 55.4%.
- Referente a José Sixto Verduzco; al final del periodo la temperatura media se espera llegue a 15.28 °C y la temperatura máxima promedio alcance 32.37°C, la superficie contemplada es de 3,170 ha. La población ocupada en el sector primario para el año 2000 era del 45.8%.

En los municipios mencionados se incrementa el riesgo de tener problemas fitosanitarios en los cultivos, mayor incidencia de plagas, hongos pérdida de productividad, mayor necesidad de agua, daños en el desarrollo del cultivo y en la calidad del producto en general.

Mapa No. 5.1 (a) y (b) Región Bajío: Variaciones de Temperatura: Escenario A2- Periodo 2070-2099



Fuente: Elaboración propia con base en el programa ArcMap, escenario tomado del IPCC.

Para éste periodo de estudio los datos de las variaciones en el nivel de precipitación son más heterogéneos, a nivel nacional los cambios esperados van de un incremento de 2.3% a una disminución de 37.6%, con un rango de incertidumbre de 8.4% a 31.2%.

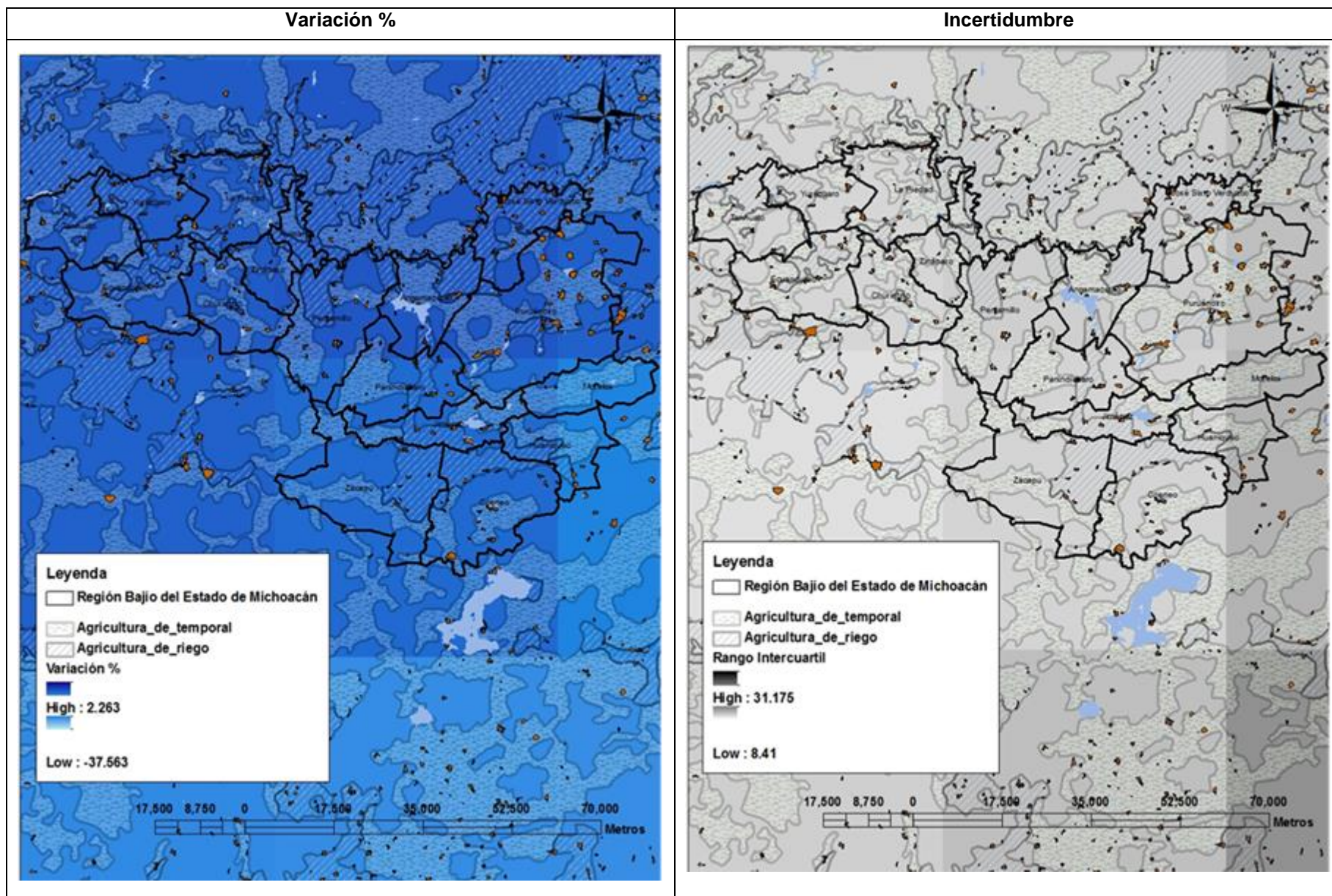
En Morelos y Huaniqueo (en la parte este de su territorio) la variación es de -9.9%, con una incertidumbre de 11.5%. En segundo lugar están los municipios de Zacapu, Coeneo, Jiménez, Panindícuaro, la parte oeste de Huaniqueo, así como Morelos y la parte sudoeste de Puruándiro, con -7.6%, aquí la incertidumbre es de 10.1%. Para una cuarta parte del territorio, en específico al este de Puruándiro y José Sixto Verduzco, la variación es de -6.8%, con un valor de incertidumbre de 11%.

En los casos de Numarán, Penjamillo, Angamacutiro y casi la totalidad de José Sixto Verduzco, como de Puruándiro (aquella que se encuentra al noroeste) el cambio esperado es de -5.6%, la incertidumbre es de 10.3%.

En el resto de los municipios de Tanhuato, Yurécuaro, Ecuandureo, Churintzio, Zináparo y La Piedad la variación será de -6.1%, con una incertidumbre de 10%. Los municipios a observar son los siguientes:

- Penjamillo; cuyo nivel de precipitación es de 622.8 mm, restando la variación porcentual se ubicaría en 587.9.
- Tanhuato; con una precipitación promedio de 263.65 mm, ahora se esperarían precipitaciones anuales de 247.5 mm.

Mapa No. 5.2 (a) y (b) Región Bajío: Variaciones de Precipitación: Escenario A2- Periodo 2070-2099



Fuente: Elaboración propia con base en el programa ArcMap, escenario tomado del IPCC.

V. b. ESCENARIO B1, PERIODO DE ESTUDIO 2070-2099

Para éste caso a nivel nacional el rango tiene un valor máximo de +2.23 y un mínimo de +1.45 °C, con un rango intercuartil que va de 0.35 a 0.83 °C, para la Región identificamos cinco variaciones.

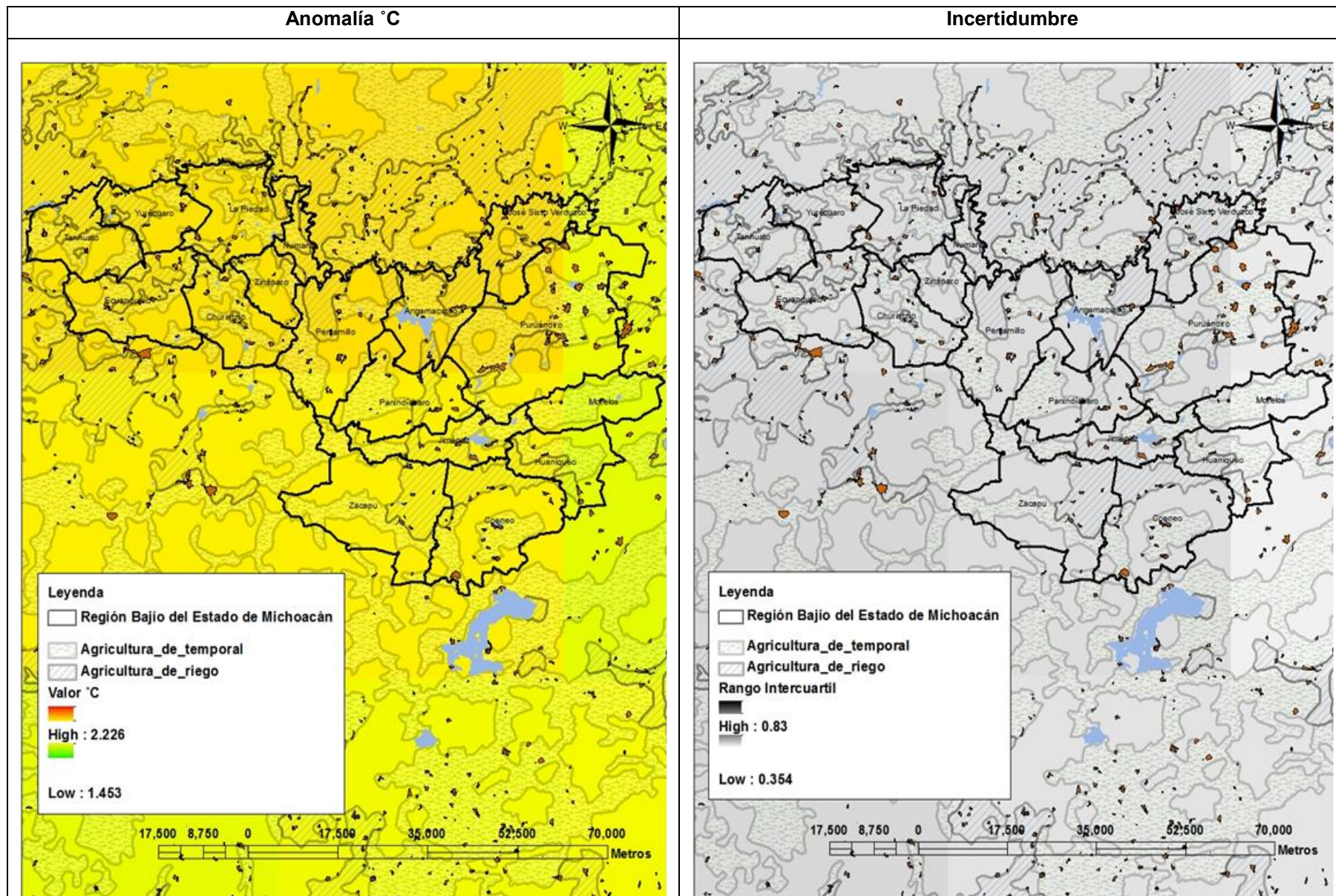
Observamos entonces que los municipios con una mayor temperatura esperada son, Numarán, Angamacutiro, Penjamillo, el noroeste de Puruándiro y la parte oeste de José Sixto Verduzco con un valor de +1.85°C, la incertidumbre es de 0.45 °C. Después para los municipios de Tanhuato, Yurécuaro, Ecuandureo, Churintzio, La Piedad y Zináparo el incremento es de 1.84°C, con una incertidumbre de 0.45°C.

Las variaciones de menor grado se esperan para el resto de los municipios, Zacapu, Coeneo, Jiménez, Panindícuaro, parte sur de Penjamillo (aquella que colinda con Purépero y Panindícuaro), la parte oeste Huaniqueo y Morelos y la parte sudoeste de Puruándiro, que sería de 1.82°C, con una incertidumbre de 0.45°C.

Para el resto de Huaniqueo y Morelos, la parte este, la variación sería de +1.77 °C, con una incertidumbre de 0.42 °C, con esto la temperatura promedio de Huaniqueo llegaría a 15.01 °C y la temperatura máxima a 27.36 °C.

Para concluir en la parte nordeste de Puruándiro el cambio se espera de +1.79 °C, el mismo caso es para José Sixto Verduzco, con una variación de 0.43 °C.

Mapa No. 5.3 (a) y (b) Región Bajío: Variaciones de Temperatura: Escenario B1- Periodo 2070-2099



Fuente: Elaboración propia con base en el programa ArcMap, escenario tomado del IPCC.

En cuanto a la precipitación tenemos que a nivel nacional los cambios van de +2.04% a -34.4%, con una incertidumbre que va de 6.2 a 28.2%.

Dentro de la Región los municipios más afectados son Morelos y Huaniqueo, en la parte este de su territorio, con una variación negativa de 4.5%, la incertidumbre alcanza 9.6%. Le siguen los municipios de Zacapu, Coeneo, Jiménez, Panindícuaro, la parte sur de Penjamillo, la parte oeste de Huaniqueo y Morelos, por último la parte sudoeste de Puruándiro, para ellos la variación se espera de -2.9%, con una incertidumbre de 9.1%. Después tenemos a la parte nordeste de Puruándiro y José Sixto Verduzco en donde la variación es de -1.69%, la incertidumbre es de 9.3%.

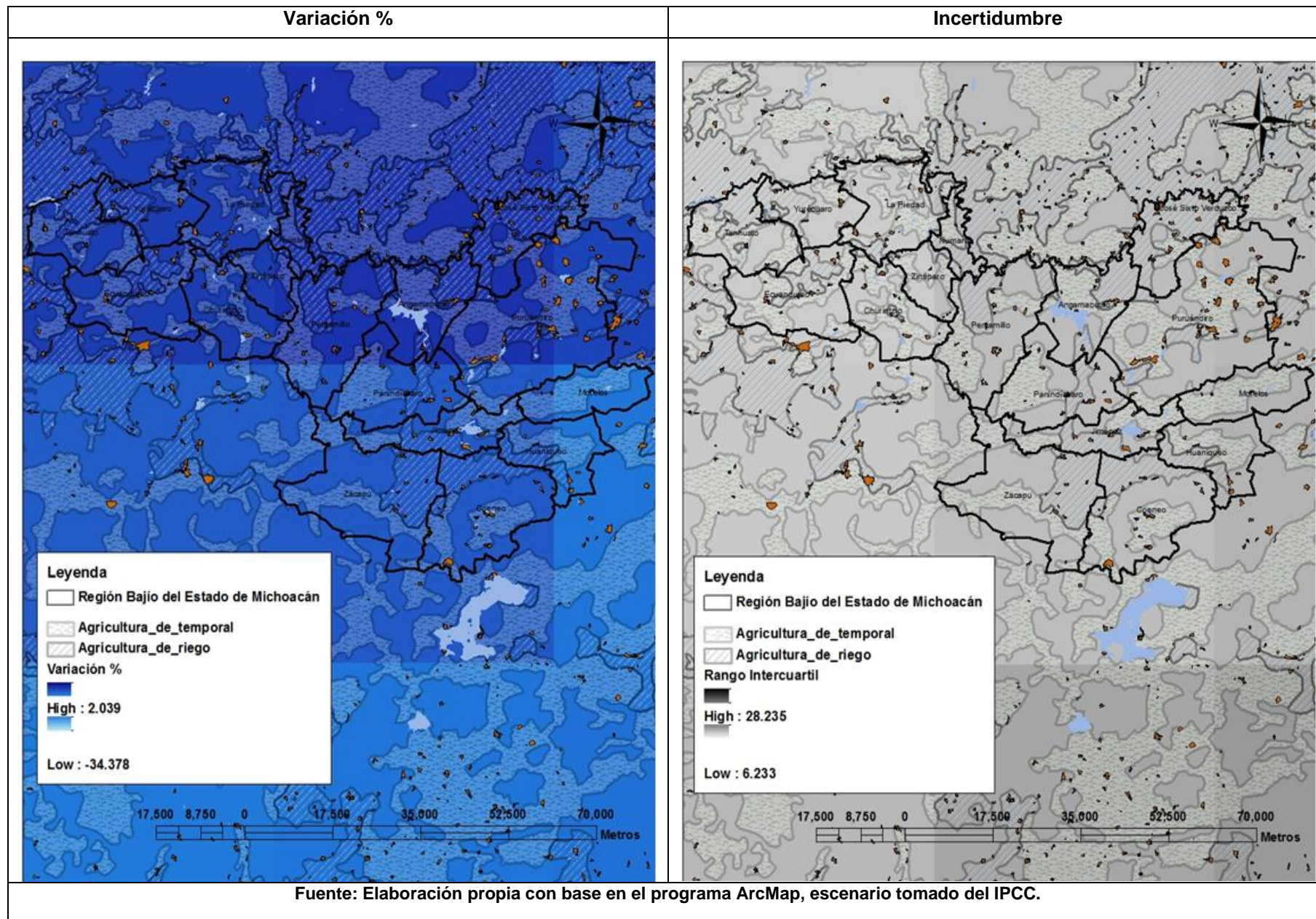
Enseguida para los municipios de Angamacutiro, Numarán, la parte oeste de José Sixto Verduzco (casi la totalidad del territorio), la parte noroeste de Puruándiro y la parte norte de Penjamillo se espera una variación de -0.53%, la incertidumbre es de 9%.

Y para concluir encontramos los municipios de Tanhuato, Yurécuaro, La Piedad, Ecuandureo, Churintzio y Zináparo en donde se espera una disminución de 1.25%, la incertidumbre es de 8.4%. Considerando las variables de temperatura y precipitación, tenemos entonces que los municipios que presentarían problemas son los siguientes:

- Panindícuaro; se registrará una temperatura promedio de 12.52 °C y una máxima de 31.5 °C, es decir una temperatura alta considerando las características aptas para la siembra de maíz, por su parte las lluvias dentro del municipio descenderían a 780 mm por año.
- Tanhuato; existe sobreexplotación de mantos acuíferos, derivado de una mala distribución y aprovechamiento del agua, las escasas lluvias y la temperaturas altas reforzaran el proceso de estrés hídrico, esperamos una temperatura promedio de 23.2 °C y una

temperatura máxima de 34.9 °C, aunado a una precipitación que bajaría a 260.3 mm por año.

Mapa No. 5.4 (a) y (b) Región Bajío: Variaciones de Precipitación: Escenario B1- Periodo 2070-2099



Fuente: Elaboración propia con base en el programa ArcMap, escenario tomado del IPCC.

Como se ha visto no por ley los cambios esperados contribuirán de forma negativa en el desarrollo y producción de maíz, lo anterior concuerda con diversos estudios que presentan resultados similares, no obstante existen municipios en donde las variaciones afectarían al cultivo de maíz, los cuales ya se han mencionado, qué se espera entonces para éstos municipios; reducción en el desarrollo de las plantas de maíz, mayor absorción de agua, pérdida de nutrientes, sequía de suelos, afectación al desarrollo y crecimiento de microorganismos, incrementos en las incidencias de problemas fitosanitarios, plagas enfermedades, como el gusano elotero, cogollero, el hongo aspergillus flavus y pérdida de productividad por el escaso crecimiento del grano.

VI. ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA LA MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LA REGIÓN BAJÍO.

El análisis no puede concluir sin antes hacer algunas consideraciones sobre adaptación y mitigación, que son necesarias si se quiere avanzar hacia una estrategia de planificación y reducción o gestión del riesgo. Decir que para la obtención de la mayor parte de la información sobre medidas de adaptación, la tecnología indígena es fuente clave para generar acciones y capacidades adaptativas, en los estudios de caso tomamos los ejemplos de Colombia, Uruguay, Bolivia, Venezuela, Ecuador, Perú, de los Seri, Pima y Papago en las zonas semiáridas de Norteamérica, de la tecnología de chinampas utilizados en el valle de México, en China y Tailandia, de los Otomí en el valle de Mezquital, de los agricultores de Zimbabwe, en Burkina Faso y Mali, de los Mixtecos en Puebla y Oaxaca, de Huehuetenango y San Marcos en Guatemala y por supuesto de los indígenas, agricultores-campesinos de Nayarit, Jalisco y Michoacán.

El primer gran apartado concerniente al ámbito privado:

- Diversificación de variedades de maíz de ciclo más largo
- Cambio de cultivo y el policultivo: un ejemplo es que el maíz produce más cuando se siembra después de la cosecha de leguminosas
- Recuperación de suelos mediante la creación de composta, manejo del suelo y labranza de conservación.
- Sistema agroforestal

En conjunto dentro de la comunidad y/o localidad tenemos lo siguiente:

- La reforestación
- La creación de un fondo común de recursos para reducir el riesgo individual, almacenamiento de granos a nivel local para atender emergencia.
- Mejora de operación y reparación física de la infraestructura de conducción y suministro de agua.

Finalmente para el tercer apartado sobre sugerencias de políticas públicas, presentamos:

- En primer lugar habría que garantizar el acceso oportuno a la información sobre los cambios climáticos futuros.
- Transferencia de tecnología a los agricultores y capacitación en su uso.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

Gudynas E. (2004). *Ecología, economía y ética del desarrollo sostenible (5a ed.)*. Centro Latino Americano de Ecología Social (CLAES) y Desarrollo, Economía, Ecología y Equidad- América Latina (D3E). Montevideo, Uruguay.

Toharia, M. (1984). *Tiempo y clima*. Colección Temas Clave, Madrid: Salvat Editores.

PUBLICACIONES OFICIALES DE GOBIERNOS E INSTITUCIONES

Benjamín Ordóñez Díaz, J. A., Conde Álvarez, L. A., Aviña Cervantes, F. L. Y Cruz Núñez X. *Manual de referencia rápida para el desarrollo de inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero para los diferentes sectores en México*. Instituto Nacional de Ecología, Embajada Británica en México e Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. México.

Bosello, F., Zhang, J. (2005). *Evaluación de los impactos del cambio climático: la agricultura en Milán, Italia*. Fundación Eni Enrico Mettei.

Caballero Deloya, M. Y Velázquez Monter, A. *Estudio de gran visión y factibilidad económica y financiera para el desarrollo de infraestructura de almacenamiento y distribución de granos y oleaginosas para el mediano y largo plazo a nivel nacional*. SAGARPA, FIRCO, Comité Nacional Sistema-Producto, OLEAGINOSAS.

Cabello Villareal, M. A. Y Torres Garrido, E. (2011). *Panorama Agroalimentario – Maíz. Dirección de Análisis Económico y Consultoría*. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Morelia, Michoacán.

Cartoteca, M. R. (2011). *Tutorial (nivel básico) para la elaboración de mapas con ArcGIS*. Universidad Autónoma de Madrid.

Cantú Almaguer, A., Reyes Méndez, C. A. Y Rodríguez del Bosque, L. A. (2010). *La fecha de siembra: Una alternativa para incrementar la producción de maíz*. Miguel, Rio Bravo

Tamaulipas. SAGARPA- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Noreste. Campo Experimental Rio Bravo.

Coordinación de planeación para el Desarrollo. Gobierno del Estado de Michoacán.

(2010). *Programa de desarrollo 2010-2012 Región II Bajío del Estado de Michoacán.*

Comisión Europea. Dirección General de medio Ambiente. (2006). *El cambio climático:*

¿Qué es? Introducción para los jóvenes. Luxemburgo.

Conde, C., Ferre, R. M. Y Liverman, D. *Estudio de la vulnerabilidad de la agricultura de maíz*

de temporal mediante el modelo CERES-MAIZE. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Centro Latinoamericano; Universidad de Arizona.

Cruz Delgado, M. S., Gómez Valdez, M. M., Ortiz Pulido, M. E., Entzana Tadeo, A. M.,

Suarez Hernández, C. Y. Y Santillán Moctezuma, V. *Situación actual y perspectivas del maíz*

en México 1996-2012. SIAP-SAGARPA.

Elvira Quesada, J. R. (2011). *Marco de Cooperación Internacional para la Adaptación de la*

Agricultura al Cambio Climático. SEMARNAT. México, D.F.

Galindo Paliza, L. M. (2008). *La economía del cambio climático en México.* Gobierno Federal,

SEMARNAT, SHCP. México D.F.

Garduño, R. (1998). *El veleidoso clima. México.* La conciencia para todos, No. 127. FCE, SEP,

CONACYT.

Gobierno del Estado de Michoacán. (2005). *Estrategia Regional del Gobierno del Estado de*

Michoacán: Desarrollo Regional para la Región II Bajío.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2000). *Informe*

Especial del Grupo de Trabajo III del IPCC: Escenarios de Emisiones. Organización

Meteorológica Mundial (OMM), Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente

(PNUMA).

Ibarra Viniegra, M. E. Y Rodríguez Segura, M. (2007). *Estudio sobre economía del cambio climático en México*. Universidad Iberoamericana de Puebla. Instituto Nacional de Ecología (INE).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2007). *Características del sector agropecuario y forestal en Michoacán de Ocampo. Censo agropecuario*.

INEGI. (2010). *XIII Censo de Población y Vivienda*.

INEGI. (2012). *Marco Geoestadístico Nacional*.

Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. (2010). *Elementos técnicos para la elaboración de programas estatales de acción ante cambio climático. Conceptos básicos sobre el cambio climático*. México.

Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. (2010). *Elementos técnicos para la elaboración de programas estatales de acción ante cambio climático. Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero*. México.

Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. (2010). *Elementos técnicos para la elaboración de programas estatales de acción ante cambio climático. Escenarios futuros*. México.

Kohler, A. (2010). *Cambio climático, agrobiodiversidad y saber local en la pequeña agricultura en los departamentos de Huehuetenango y San Marcos Guatemala*. Proyecto reconstrucción y gestión del riesgo en América Central – RyGRAC y subproyecto Adaptación al cambio climático (ACC) de la cooperación técnica alemana GTZ. República de Guatemala, República Federal de Alemania.

Lau, C., Jarvis, A. Y Ramírez, J. (2011). *Agricultura colombiana: Adaptación al cambio climático*. CIAT Políticas en Síntesis No. 1. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.

Magaña Rueda, V. O. (2010). *Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones*. Instituto Nacional de Ecología; Embajada Británica en México e Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. México.

Martínez J., Bremauntz A.F. Y Osnaya P. (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. Instituto Nacional de Ecología: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. México D.F.

Moreno Rodríguez, J. M. (2007). *El cambio climático antropogénico es un asunto de ayer, no de mañana: La acción no puede esperar*. Universidad de Castilla; La Mancha.

Monterrosa Rivas, A. I., Conde Álvarez, A. C., Gómez Díaz, J. D. Y López García, J. (2007). *Vulnerabilidad y riesgo en agricultura por cambio climático en la Región Centro del Estado de Veracruz, México*. Departamento de suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Secretaría sobre el Cambio Climático. (1999). *Para comprender el Cambio Climático: Guía elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas y el Protocolo Kyoto*.

Rodríguez Vargas, A. (2007). *Cambio climático, agua y agricultura*. Dirección de Desarrollo Rural Sostenible-IICA.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua. (1999). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 1997-1998*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua. (2000). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 1998-1999*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua. (2001). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 1999-2000*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2002). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2000-2001*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2003). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2001-2002*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2004). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2002-2003*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2005). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2003-2004*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2006). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2004-2005*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2008). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2006-2007*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2010). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2008-2009*. México.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Comisión Nacional del Agua.

(2011). *Superficies regadas y volúmenes de agua distribuidos en los distritos de riego en el año agrícola 2009-2010*. México.

Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal (SEPLADE). (2004). *Nueva regionalización para la planeación y desarrollo del estado de Michoacán*. Gobierno del Estado de Michoacán de Ocampo. Morelia, México.

Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal Michoacán (SEPLADE). (2007). *Grandes Retos del Estado de Michoacán*.

SEMARNAT. (2009). *Impacto del cambio climático en las tierras y sus características*. México. D.F.

Vallejo Delgado, H. L., Ramírez Díaz, J. L., Chuela Bonaparte, M. Y González Iñiguez R. M. (2004). *Tecnología para producir maíz en el bajío michoacano*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; Centro de Investigación Regional del Pacífico y Centro Experimental Uruapan. Michoacán, México

REVISTAS CIENTÍFICAS

Altieri, M. A. Y Nicholls, C. (2008). *Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas*. En *Agroecología* No. 3. Pág. 7-28.

Caballero, M., Lozano S. Y Ortega, B. (2007). *Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la Tierra*. Revista digital universitaria. Volumen 8: Número 10, pp. 1-12 (<http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm>).

Benegas Lynch, A. (1997). *Bienes públicos, externalidades y los free-riders: El argumento reconsiderado*. Academia Nacional de Ciencias de la Argentina.

Estrada Porrúa M. (2001). *Cambio climático global: causas y consecuencias*. Revista de información y análisis, No. 16, 7-17.

Granados R., Longar B. Y Del Pilar, M. (2008). *Variabilidad pluvial, agricultura y marginación en el Estado de Michoacán*. En *análisis económico*, Vol. XXII: Núm. 54, pp. 283-303. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. México.

Magaña, V., Conde C., Sánchez O. Y Gay, C. (1997). *Evaluación de escenarios climáticos regionales actuales y futuras*. Investigación del Clima, No. 9, Pág. 107-114.

PERIÓDICOS

Edith Rudiño, L. (2011). *Iniciativa para elevar el rendimiento de maíz de temporal: Metodología exitosa generada por campesinos*. Reporte 21 – La jornada del campo. Wodrow Wilson International Center for Scholars.

PÁGINAS WEB CONSULTADAS

INAFED. Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM) (Año de consulta 2013).

SAGARPA. Servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) (Año de consulta 2013).

Coordinación para de Planeación para el Desarrollo (CPLADE) (Año de consulta 2013).