

Escenarios de cambio climático y desarrollo rural

A. Guillermo Ramirez¹, J. David Gómez² y Alejandro I. Monterroso²

Centro Regional Universitario del Noroeste¹, Departamentos de Suelos²

Universidad Autónoma Chapingo

Cd. Obregón, Son.¹; Chapingo, Méx.²; México

aimrivas@correo.chapingo.mx

Abstract— The climate change scenarios are indispensable to observe climate likely behaviors tool for subsequent years. The aim of this work was to generate two climate change scenarios for the town of Alamos, Sonora, Mexico. Geophysical models Fluids Dynamics Laboratory (GFDL- R30) and Canadian Climate Center Model (CCCM) were applied. Among the results found the GFDL- R30 model indicates that the dry climate 8.7 % decrease in occupied with regard to the current surface; while under the CCCM climate model predicts an increase of 27.08 % of the current area.

Keyword— *Cattle raising, sustainable development, Tropical deciduous forest, Álamos, Sonora.*

Resumen— Los escenarios de cambio climático son una herramienta indispensable para observar los probables comportamientos del clima para años posteriores y ser considerados en la gestión del desarrollo rural. El objetivo del presente trabajo fue generar dos escenarios de cambio climático para el municipio de Álamos, Sonora, México. Se aplicaron los modelos Geophysical Fluids Dynamics Laboratory (GFDL-R30) y Canadian Climate Center Model (CCCM). Entre los resultados encontrados el modelo GFDL-R30 indica que el clima seco disminuirá 8.7% en superficie ocupada con respecto a la superficie actual; mientras que el clima bajo el modelo CCCM prevé una ampliación de 27.08% del área actual.

Palabras claves— *Ganadería, desarrollo sustentable, selva baja caducifolia, Álamos, Sonora.*

I. INTRODUCCIÓN

En México, generalmente las comunidades rurales, debido a las condiciones de pobreza en que se encuentran, se ven obligadas a realizar una explotación intensiva de sus recursos y a utilizar en determinadas actividades predios que no tienen el potencial adecuado [1]. Por ello, se considera que las comunidades rurales dependen en gran medida de sus recursos naturales, lo que demuestra su importancia para resguardarlos, ya que ellas pueden operar como aliadas de la protección biológica y la diversidad genética in situ [2]. Los cambios en el sistema climático global han ocurrido durante toda la historia del planeta.

Dichas modificaciones se han presentado por causas naturales como por ejemplo: cambios en la órbita terrestre, alteraciones en la excentricidad del planeta, actividad volcánica intensa e impacto de meteoritos [3]. En la actualidad, el cambio climático es una variable más a considerar en cualquier propuesta de desarrollo rural. Sin embargo, desde el punto de vista ecológico-económico, la escala espacio temporal sobre la que se mueve la comunidad rural constituye quizás la dimensión más adecuada para la planeación, dado que los fenómenos biológicos, ecológicos y geográficos por un lado y los procesos productivos primarios es donde puede percibirse los primeros impactos resultados del cambio climático.

Para estimar las condiciones futuras del clima con base en las nuevas concentraciones de los gases de efecto invernadero se han desarrollado diferentes modelos que simulan los cambios en las variables climáticas como por ejemplo la temperatura, precipitación, evaporación, etc. [4]. Generar modelos de cambio climático permite establecer líneas base para realizar simulaciones a futuro del comportamiento de especies, ecosistemas o de sistemas de producción agropecuario, así lo demuestran diversos estudios [5] [6] [7] [8] [9] [10].

En el contexto del cambio climático, la adaptación es fundamental para proteger a las sociedades de los efectos de la variabilidad climática, lo cual conduce, cada vez con más fuerza, a los gobiernos y las comunidades vulnerables a emprender procesos o estrategias que les permitan adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno [11]. No obstante la incertidumbre inherente a los escenarios de cambio climático, su utilidad no está en discusión y pueden ser utilizados para caracterizar las condiciones climáticas y agroclimáticas que el cambio climático trae consigo [12] [13], lo cual constituye un primer paso para conocer a mayor detalle los posibles efectos de este fenómeno y así generar estrategias de adaptación y mitigación que contribuya a alcanzar el desarrollo sustentable.

Por lo que, los escenarios de cambio climático son una representación plausible y a menudo simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser utilizada de forma explícita en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico y que sirve a menudo de insumo para las simulaciones de los impactos. Un 'escenario de cambio climático' es la diferencia entre un escenario climático y el clima actual. Cabe resaltar que estos escenarios no son pronósticos climáticos, ya que cada escenario es una alternativa de cómo se puede comportar el clima futuro [14].

La información y la organización de las comunidades son vital en el aumento de la llamada resiliencia climática. Una organización informada con sentido, que coloque a las personas en el centro y se oriente en disminuir las vulnerabilidades colectivas, apoyando las necesidades individuales; fortaleciendo el sentido de comunidad en busca de una autogestión comunitaria, donde la sociabilidad y el trabajo en equipo sean los motores para enfrentarse a los riesgos del cambio climático, se requiere de información confiable sobre los posibles escenarios a los que habrá que hacer frente. Esta organización debe permitirles a actores externos sumarse de forma sensible en el trabajo comunitario y apoyar en la búsqueda de oportunidades para la transformación de vulnerabilidades en nuevas oportunidades de desarrollo [15]. Sin embargo, es necesario contar con estudios técnicos que respalden la toma de decisiones y sustenten los impactos del cambio climático en el desarrollo comunitario, por lo que un reto a superar será el consensuar las recomendaciones técnicas con las aspiraciones comunitarias y la voluntad política para formular propuestas desarrollo rural sustentable.

El proceso de cambio climático se perfila como el problema ambiental global más relevante de nuestro siglo, en función de sus impactos previsibles sobre los recursos hídricos, los ecosistemas, la biodiversidad, los procesos productivos, la infraestructura, la salud pública y en general, sobre los diversos componentes que configuran el proceso de desarrollo comunitario. Dado que, los efectos del cambio climático son irreversibles en diversos sistemas naturales y sugieren que a finales del siglo XXI el incremento en la temperatura del planeta con mayor probabilidad será de entre 2 a 5°C; el nivel del mar podría registrar un aumento de 28 a 43 centímetros y posiblemente se observarán cambios importantes en los patrones de precipitación y en los eventos climáticos extremos; finalmente el cambio climático ya está teniendo una influencia indiscutible sobre muchos de los sistemas biológicos [16] [17] [18], por lo tanto es necesario iniciar con estudios que permitan la toma de decisiones.

En el caso particular, del municipio de Álamos [19], la problemática socio-ambiental se caracteriza por ser compleja y heterogénea. Compleja porque es el resultado de impactos causados por diferentes actividades económicas a lo largo de su historia y heterogénea porque la manifestación de ellos ha sido variada en su territorio. El municipio presenta fenómenos de deforestación, erosión, sobrepastoreo, pérdida de biodiversidad y alteraciones del clima, originados principalmente por actividades como: la ganadería extensiva, la explotación forestal, la agricultura de temporal y la minería. Asimismo, otros problemas que se presentan son la escasez y disponibilidad de agua y la práctica de actividades ilícitas.

Acompañando los aspectos ambientales se encuentran los socioeconómicos que se traducen en la falta de empleo, marginación y pobreza así como la dificultad para el acceso en las partes altas del municipio. El objetivo del presente trabajo es generar dos escenarios de cambio climático que permita

conocer cuáles son los pronósticos para el municipio de Álamos a través de la modelación del clima, para ser considerados en propuestas de desarrollo rural.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Álamos, ubicado al sureste del estado de Sonora, entre los paralelos $27^{\circ}46.2'$ y $26^{\circ}23.4'$ de latitud norte y entre los $108^{\circ}25.2'$ y $109^{\circ}15.6'$ de longitud oeste, tiene una extensión en superficie de $6,947.47 \text{ km}^2$, Figura 1. En cuanto a la Orografía.- El 70% de la superficie total del municipio es zona accidentada, localizándose en la región noreste y zonas aisladas donde el terreno está surcado por las derivaciones de la Sierra Madre Occidental. La altura sobre el nivel del mar en esta área varía de 500 a 2,000 metros.

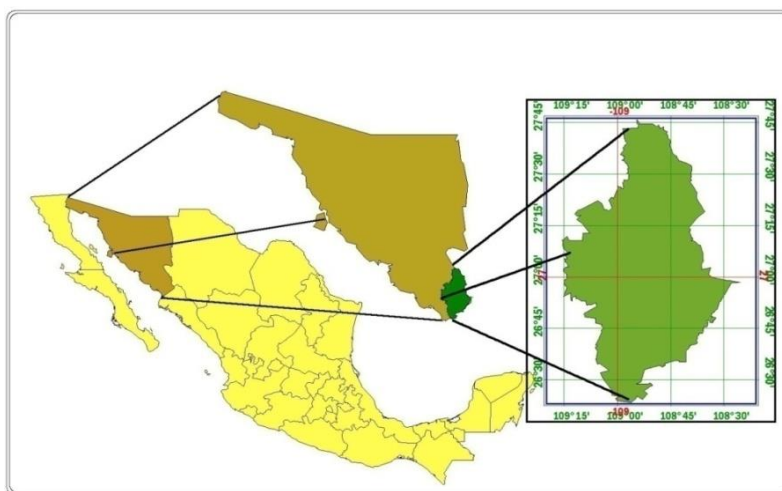


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.

Hidrología.- El río Mayo cruza de oriente a poniente el municipio procedente del estado de Chihuahua. La cuenca de capacitación del Río Mayo tiene 11,130 kilómetros cuadrados, su longitud es de 350 kilómetros; es la principal fuente de agua superficial con sus escurrimientos controlados por la presa Adolfo Ruiz Cortines.

Edafología.- En el municipio de Álamos se encuentran ocho unidades de suelo según, siendo estos en orden de importancia el Regosol (45%), Litosol (27%), Cambisol (17%), Feozem (4%), Vertisol (3%), Xerosol (2%), Yermosol (1%) y Fluvisol (1%).

Uso del suelo y vegetación.- La selva baja caducifolia abarca cerca del 60% del total municipal, el pastizal cubre el 18%, bosque pino encino tiene el 9% de la superficie y con proporciones inferiores a 9% la agricultura, el matorral y las áreas sin vegetación aparente, comprendidas en cuerpos de agua, asentamientos humanos y áreas sin vegetación.

Demografía.- El municipio está conformado por 317 localidades, con una población total censada en el año 2010 de 25848 habitantes, de los cuales 13,497 son hombres y 12,351 son mujeres; lo que equivalente al .97% del total del estado. Bajo estas consideraciones el municipio tiene una densidad de 3.7 hab/km^2 [20]. En lo que se refiere a los principales indicadores demográficos del municipio a continuación se desglosan, Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores demográficos.

Número de localidades	317
(%) Tasa de crecimiento de la población 2005-2010	-0.99
% de la población urbana	36.15
% de la población rural	63.84
Edad mediana de la población (años)	28
Densidad de población (Hab/Km2)	3.7

Actividades productivas. Producción pecuaria.- La ganadería es la principal actividad productiva en el área. A nivel municipal, se desarrolla en 648,414 ha de las cuales 607,017 ha son de agostadero y 41,397 son praderas de zacate buffel. Se caracteriza por una explotación de tipo extensivo (libre pastoreo) donde su productividad depende de las lluvias.

Agricultura.- La agricultura se desarrolla en 56,687 hectáreas, de estas 56,383 son de temporal, 149 de riego y 155 mixtas. En lo que se refiere a los cultivos, los principales son el sorgo, maíz, frijol, ajonjolí y cacahuete de los cuales, estos dos últimos son los que tienen mayor potencial productivo. Existen también otras actividades como la fruticultura, sin embargo no se tienen datos confiables.

Forestal.- El área forestal estimada para el municipio de Álamos es de 25,002 ha, de las cuales 10,215 son área maderable con bosque pino-encino y 1,478 ha son área de no maderables. Los principales productos no maderables son vara blanca, postes de diferentes especies y carbón de mezquite.

Metodología

Se ubicaron estaciones meteorológicas, su nombre, coordenadas geográficas, altitud, temperatura máxima y mínima, así como la precipitación diaria, utilizando el ERIC2 Extractor Rápido de Información [21]. Para la generación del mapa de temperatura media mensual se elaboran modelos anuales y mensuales de regresión lineal simple basados en la temperatura media mensual (variable dependiente) y la altitud (variable independiente); se trazaran las isotermas con la utilización de los mapas topográficos y los modelos matemáticos [22].

Para la aplicación de los Modelos GFDL-R30 y CCC se utilizó el estudio de regionalización del país de escenarios de cambio climático para México [23] y las regiones de Douglas [24] [25], para determinar por mes el incremento de la temperatura y razón de cambio en la precipitación; el municipio de Álamos se ubica dentro de la región número 4, Tabla 2.

Para definir el clima se realizó utilizando la metodología Köppen modificada por García, E. [26], haciendo una adaptación a las condiciones de México; incluye regímenes pluviométricos que no eran considerados, por ejemplo, las variaciones climáticas que se originan en las zonas de transición de climas con lluvias en cualquier época del año a climas con lluvias en invierno.

Tabla 2. Incremento en temperatura, razón de cambio de precipitación.

Región	CCC											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
4	2.2	3.0	3.4	3.3	3.7	2.5	3.4	3.1	2.6	3.3	3.0	2.5
Temperatura	2.2	3.0	3.4	3.3	3.7	2.5	3.4	3.1	2.6	3.3	3.0	2.5
Precipitación	0.5	0.9	0.7	0.9	1.5	1.2	0.9	1.0	1.2	1.4	0.9	0.5
4	GFDL-R30											
	4.1	3.7	5.0	3.6	3.3	3.1	2.4	2.0	2.5	3.2	3.2	3.5
Temperatura	4.1	3.7	5.0	3.6	3.3	3.1	2.4	2.0	2.5	3.2	3.2	3.5
Precipitación	0.9	0.7	0.9	1.0	1.5	0.8	1.3	1.6	1.3	1.0	1.1	1.2

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Escenario actual

El municipio de Álamos presenta cuatro grupos climáticos, de los cuales los climas secos ocupan la mayor proporción de la superficie municipal abarcando el 52.44%, seguido por los semicálidos subhúmedos 41.90%, templados subhúmedos 5.26% y por último el de los cálidos subhúmedos 0.40%, Tabla 3 y Figura 2.

Tabla 3. Climas actuales de acuerdo a Köppen.

Clima	Superficie	
	km ²	%
(A)Ca(w1)(x')(e)	312,57	4,5
(A)Ca(w0)(e)	2598,69	37,4
Aw0(x')(e)	27,41	0,39
BS1(h')hw(e)	1785,74	25,7
BS1(h')hw(x')(e)	320,74	4,62
BS1(h')w(e)	308,54	4,44
BS1hw(e)	13,46	0,19
BS0(h')hw(e)	156,88	2,26
BS0(h')w(e)	783,39	11,28
BW(h')w(e)	274,58	3,95
Ca(w1)(x')(e)	205,07	2,95
Ca(w2)(x')(e)	62,61	0,9
Ca(w0)(e)	9,05	0,13
Cb(w2)(x')(e)	87,89	1,27
Cb(w0)(e)	0,85	0,02
Total	6947,47	100

Escenario climático según el modelo norteamericano de cambio climático (GFDL-R30).

Álamos presenta cuatro grandes grupos climáticos bajo la aplicación del Modelo Norteamericano de Cambio Climático, de los cuales los grupos de climas secos ocupan la mayor proporción de la superficie municipal abarcando el 43.70%, seguido por los cálidos, semicálidos y por último el de los templados, Tabla 4 y Figura 2.

El detalle de los grupos climáticos se presenta a continuación:

Clima Semicálidos

Los clima semicálidos con el Modelo Norteamericano de Cambio Climático abarca una superficie de 986.91 km² (14.21%), se ubica principalmente en la parte noreste del municipio. El régimen de lluvias es de verano y la temperatura media anual mayor de 18°C.

Climas Cálidos

Estos climas se ubican en una franja que va del norte del municipio al sureste, cuentan con una superficie de 2918.08 km² que forma parte del 42% de la superficie municipal. La temperatura media anual es mayor de 22°C.

Climas Secos

Existen dos tipos de climas: semiárido y árido, este último se divide en dos dependiendo del porcentaje de lluvia invernal. El grupo climático de los secos abarca el 43.69% de la superficie municipal, es decir 3035.59 km².

Climas Templados

Este tipo de clima se encuentra distribuido en pequeños manchones en la región noreste en lo que corresponde a los límites con el estado de Chihuahua. El 6.89% de la superficie del municipio está caracterizada por este tipo de clima.

Tabla 4. Superficie ocupada por tipo climático bajo el modelo GFDL-R30

Clima	Superficie	
	ha	%
(A)Ca(w1)(e)	639,08	9,2
(A)Ca(w2)(e)	212,65	3,06
(A)Ca(w0)(e)	135,18	1,95
Aw1(e)	18,65	0,27
Aw0(e)	2.899,43	41,73
BS1(h')w(e)	2.346,01	33,77
BS0(h')w(e)	151,55	2,18
BS0(h')w(w)(e)	538,03	7,74
Ca(w2)(e)	5,65	0,08
Cam(f)(e)	1,24	0,02
Total	6947,47	100

Escenario climático según el modelo canadiense de cambio climático (CCCM).

Álamos presenta cuatro grandes grupos climáticos, de los cuales los grupos de climas secos ocupan la mayor proporción de la superficie municipal abarcando el 79.53%, seguido por los semicálidos subhúmedos, cálidos y por último el grupo de los templados, Tabla 5 y Figura 2.

Los cuatro grupos climático se describen a continuación, estos se presentan tomando en cuenta cada una de sus variantes.

Semicálidos

El grupo de los semicálidos representa el 18.28% de los climas que de acuerdo con el modelo Canadiense de Cambio Climático prevé en un futuro para el municipio de Álamos. En el caso del municipio, el grupo de climas cálidos se divide en cuatro subgrupos.

Climas Cálidos

Los climas cálidos se encontrarán básicamente en las partes bajas de los cañones de los ríos, en una superficie de 145.09 km² es decir el 2.09% de área municipal, conformado por dos tipos.

Climas Secos

De acuerdo con el escenario que resulta al aplicar el Modelo Canadiense de Cambio Climático, este clima formará parte de la mayor superficie del territorio de Álamos con 77.53% del área municipal, conformado por los tres tipos del grupo de los secos, donde el semiárido integra la mayor parte, seguido del árido y el muy árido.

Climas Templados

Los climas templado se encuentra distribuirán principalmente en la parte noreste en lo que corresponde a los límites con el estado de Chihuahua. El 0.10% de la superficie del municipio esta caracterizada por este tipo de clima. El clima que se tiene es el templado con verano cálido.

A los resultados encontrados, es necesario incorporar en el análisis los desafíos del cambio climático, dado que la ocurrencia de fenómenos naturales y antropogénicos que constituyen un peligro o amenaza a la población, sus actividades y su entorno puede considerarse una limitante o restricción y en ocasiones ser un impedimento en la ocupación y uso del suelo, por lo que su conocimiento es necesario en la gestión del desarrollo rural como clave para la prevención, mitigación y atención a desastres [27]. Uno de los retos actuales de la sociedad es el llamado Cambio Climático (CC), desde el punto de vista social existe una vulnerabilidad ante el CC y se refiere al hecho de que seremos sujetos de los efectos negativos tales como: incremento del nivel del mar, aumento de sequias, intensidad de huracanes, lluvias intensas, fuertes vientos, climas extremos, entre otros, ya sea como individuos, como miembros de una comunidad, como ciudadanos de un país o como parte de la población en general. La preocupación que desde hace décadas se tiene con respecto a las consecuencias ambientales, sociales y económicas del cambio climático ha llevado a que este tema sea de gran relevancia en la actualidad [28].

Tabla 5. Superficie ocupada por grupo climático bajo el modelo CCCM.

Clima	Superficie	
	ha	%
(A)Ca(w1)(e)	146,79	2,11
(A)Ca(w1)(e')	105,12	1,51
(A)Ca(w0)(e)	792,7	11,41
(A)Ca(w0)(e')	225,67	3,25
Aw0(e)	99,25	1,43
Aw0(e')	45,83	0,66
BS1(h')hw(e)	696,08	10,02
BS1(h')hw(e')	68,48	0,99
BS1(h')w(e)	1.544,61	22,23
BS1(h')w(e')	813,95	11,72
BS1hw(e)	26,71	0,38
BS1hw(e')	1,6	0,02
BS0(h')hw(e)	55,83	0,8
BS0(h')w(e)	1.817,78	26,17
BS0(h')w(e')	225,59	3,25
BW(h')w(e)	274,59	3,95
Ca(w1)(e)	5,65	0,08
Ca(w1)(e')	1,24	0,02
Total	6947,47	100

Desde 1988, la organización meteorológica mundial y el programa de naciones unidas para el medio ambiente, estableció el Panel Intergubernamental en Cambio Climático (IPCC), formado por expertos en la evolución del clima y sus consecuencias ambientales, ecológicas y sociales. Este panel tiene por finalidad el brindar asesoría a los gobiernos sobre las consecuencias del cambio climático y las posibles

medidas de adaptación y mitigación del mismo [29]. México resulta ser especialmente vulnerable a los efectos del cambio climático al situarse en zonas que serán impactadas por sequías e inundaciones; por fenómenos meteorológicos extremos y por su débil estructura social y económica [30].

En cuanto a la definición de cambio climático, de acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático [31], se entiende como la variación del estado del clima, identificable en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. Hay un cambio climático cuando se produce una variación significativa y permanente de los elementos climáticos (temperatura, humedad, presión del aire etc.) y que afecta a un amplio espacio geográfico [32].

El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo, por lo que se diferencia entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales [33].

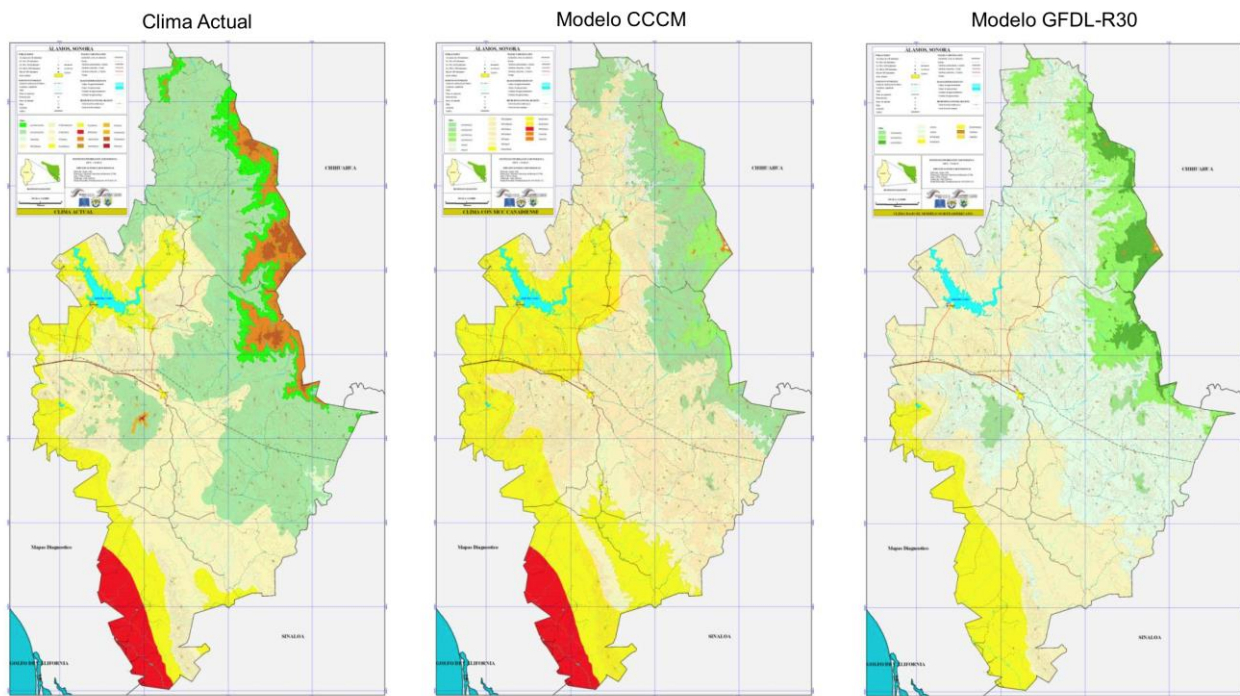


Figura 2. Escenarios de cambio climático para el municipio de Álamos, Sonora, México.

Para enfrentar el impacto, adaptación, vulnerabilidad y mitigación se requiere de cambios conductuales por parte de la ciudadanía y cambios culturales por parte de la sociedad por lo que debe existir una percepción positiva al riesgo que introduce el cambio climático, un nivel de información que respalde esa valoración y un grado de conciencia para diseñar e implementar estrategias de mitigación y adaptación que se mantengan en el tiempo [34]. Por lo que la modelación del clima constituye una herramienta fundamental que permite considerar la variable cambio climático en la concientización de la gravedad del problema, la toma de decisiones y la gestión de cualquier propuesta de desarrollo rural sustentable. En este sentido, existen propuestas [35], que a través de algunos lineamientos proponen como facilitar la adaptación de las comunidades al cambio climático:

1. El fortalecimiento del sentido de comunidad y de pertenencia: Los territorios se construyen a partir de las relaciones sociales, tejidas por el intercambio entre las personas que llegan a compartir ese lugar,

esta generación de espacios de convivio permite fortalecer la identidad local, y forjar el sentido de lugar y apego en las comunidades, posibilitando preocupaciones y respuestas colectivas ante los riesgos de su entorno, así como una proyección a mediano y largo plazo de los ideales comunitarios.

2. La generación de redes externas, las alianzas estratégicas pueden llevar a facilitar los procesos comunitarios, enfocando los esfuerzos externos en aumentar los beneficios y recursos en la atención de vulnerabilidades colectivas.
3. La generación de herramientas en la atención de vulnerabilidades: El apoyo de organizaciones externas a las comunidades debe verse reflejado en el aprendizaje y empoderamiento en el manejo de los riesgos, potenciando capacidades comunitarias para solventar las problemáticas, y asegurando una autogestión, así como una atención temprana y preventiva.
4. Retomar las buenas experiencias y prácticas: La gestión colectiva de un territorio debe preocuparse no solo por el espacio total en el que se debe tomar decisiones, sino por la historia de ese territorio, haciendo uso de la memoria histórica de la comunidad con el objetivo de prevenir desastres y retomar experiencias y buenas prácticas en la construcción de un territorio resiliente.
5. Los liderazgos comunitarios: Fortalecer los liderazgos existentes y promover e impulsar los nuevos liderazgos dentro de las comunidades permite tener capacidades propias en los procesos, personas comprometidas con la motivación de sus vecinos(as) y la puesta en marcha de nuevos proyectos en el trabajo desde y para la comunidad.
6. En las comunidades se debe buscar una distribución de roles, donde no se dependa solo de una persona, sino haya un equipo de personas que compartan las tareas en el liderazgo comunitario, alianzas, redes y motivación entre la gente. Esto garantiza la autogestión de la comunidad y el buen funcionamiento y administración de los proyectos.
7. Una comunicación para la comunidad: Generar espacios asertivos para la comunidad, donde las personas puedan llevar su opinión, sus propuestas y la discusión de estas, espacios que permitan transmitir la importancia de la adaptación y gestión de riesgo para la permanencia y bienestar de la comunidad e integrar a la población, difundir lo decidido y accionar de acuerdo a lo acordado, permitiendo una toma de decisiones inclusiva de los proyectos.
8. El aprovechamiento de las oportunidades de financiamiento: La generación de redes y alianzas estratégicas, desde la autogestión comunitaria permite aprovechar las nuevas oportunidades en financiamiento para proyectos comunitarios, también buscando el apoyo empresarial local para concretar presupuestos para los diferentes proyectos, logrando la sustentabilidad y sostenibilidad de los procesos en adaptación.

Las implicaciones que trae consigo los eminentes cambios en el clima tiene que ser considerados en cualquier propuesta de desarrollo rural. Para el caso particular del municipio de Álamos en lo que respecta a la agricultura para mantenerse, es necesario impulsar las siguientes acciones estratégicas: El desarrollo de prácticas biológicas y mecánicas al interior de las parcelas para retener el suelo y la humedad el mayor tiempo posible, elaboración de abonos orgánicos, control integrado de plagas y enfermedades, asesoría técnica y capacitación para el productor, apoyos institucionales, estudio de mercado, organización de productores. En el caso de la ganadería bovina, proponer alternativas no es fácil debido a que existen condiciones ambientales, socioeconómicas y culturales que en esta actividad difícilmente se cambiarán; pero hay otras que si son factibles de una mejoría sustantiva. Existen tres consideraciones que se deben de tomar en cuenta para plantear acciones para el desarrollo de la ganadería extensiva las cuales son las condiciones climáticas y fisiográficas que presenta el municipio, la tenencia de la tierra, aspecto cultural. Aunado a lo anterior se realizó un planteamiento para el desarrollo de la ganadería extensiva, buscando efficientar la actividad a través de las siguientes acciones

estratégicas: Mejoramiento genético del hato, Manejo del hato y el agostadero en forma holística, capacitación de productores, Organización de productores y Aprovechamiento cinegético. Finalmente en lo que respecta al aprovechamiento forestal y en consecuencia con las condiciones que caracterizan esta actividad, se recomienda realizar estudios dasonómicos, implementar programa de reforestación diversificado, Producción en vivero, Aprovechamiento de especies locales, Herbolaria, Organización del productor, Capacitación del productor.

IV. CONCLUSIONES

Los diferentes resultados encontrados en la generación de los dos modelos de cambio climático aplicados demuestran lo complejo de estos estudios, en donde existe un rango amplio de incertidumbre que aún se tiene ante cambios en los componentes climáticos regionales y locales. Es evidente que los resultados muestran niveles muy amplios de comportamiento futuro, por lo que deben tomarse como un primer acercamiento en la evaluación de los posibles impactos de un cambio climático en el municipio. Por ello, es menester que se realicen estudios más detallados para proponer estrategias para el desarrollo rural sustentable. En claro que se requieren estudios futuros a escala comunitaria donde se involucre a las comunidades, instituciones, tomadores de decisiones y gobiernos en sus distintos niveles, para que en conjunto desarrollen acciones y planes de adaptación ante el cambio climático. Se debe considerar que son dos los escenarios identificados: El escenario tendencial, expuesto en este trabajo y el deseado. El escenario tendencial se dará si no se dan cambios en el futuro próximo que posibiliten la sensibilización y empoderamiento de acciones para la construcción de resiliencia y de capacidades para afrontar los riesgos climáticos. Este escenario plantea mayores impactos negativos directamente relacionados a los desastres y su magnitud, debido a la pobre resistencia y resiliencia climática. Por otro lado, el escenario deseado, se proyecta a partir de un empoderamiento de las comunidades prioritarias hacia su auto gestión; esta posibilita el fortalecimiento de los liderazgos, la capacitación y educación resiliente de sus habitantes y el accionar colectivo en la atención de las vulnerabilidades colectivas y de las necesidades individuales; con el objetivo de lograr una adaptación conjunta e inclusiva en la comunidad. Este requiere de estudios técnicos, sensibilización de la población, debe ser políticamente apoyado y sobre todo el consenso entre las recomendaciones técnicas, estudios sobre el impacto, modelación, mitigación y adaptación al cambio climático, el saber local (evaluación rural participativa) y las instituciones, reduzca los conflictos ambientales, sociales y políticos del municipio.

REFERENCIAS

- [1]Carabias, J., E. Provencio y C. Toledo. (1994). "Manejo de recursos naturales y pobreza rural". Universidad Nacional Autónoma de México-Comisión Federal de Electricidad. México. 137 pp.
- [2]Bocco, G., A. Velázquez, y A. Torres. (2000). "Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México". *Interciencia*, 25(2), Caracas, pp. 64-70.
- [3]Rivera-Ávila, M. A. 1999. *El cambio climático*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F
- [4]Magaña, V., C. Conde, O. Sánchez y C. Gay. (2000). "Evaluación de escenarios regionales de clima actual y de cambio climático futuro para México". In: C. Gay, ed. 2003. México: Una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México, U.S. Country Studies Program, México. 18 p.
- [5]Yáñez, A., R. Twilley y A.L. Lara. (1998). "Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global". *Madera y Bosques* 4(2):3-19.
- [6]Berry, P., T. Dawson, P. Harrison y R. Pearson. (2002). "Modeling potential impacts of climate change on the bioclimatic envelope of species in Britain and Ireland". *Global Ecology and Biogeography* 11:453-462

- [7] Monterroso Rivas, A.I. y J. D. Gómez Díaz. (2003). "Escenarios climatológicos de la República Mexicana ante el cambio climático". Comisión Nacional de Zonas Áridas y Universidad Autónoma Chapingo, México. 170 p.
- [8] Hitz, S. y J. Smith. (2004). "Estimating global impacts from climate change". *Global Environmental Change* 14(3): 201-218.
- [9] Olfert, O. y R. M. Weiss. (2006). "Impact of climate change on potential distributions and relative abundances of *Oulema melanopus*, *Meligethes viridescens* and *Ceutorhynchus obstrictus* in Canada". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 113(1-4):295-301.
- [10] Gómez Díaz, Jesús David; Monterroso Rivas, Alejandro Ismael; Tinoco Rueda, Juan Ángel. (2007). "Distribución del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático". *Madera y Bosques*, otoño, 29-49.
- [11] Aldunce P, Quinteros-Angel M, Carvajal Y. (2012). "Evaluación de prácticas de adaptación y reducción del riesgo de desastres asociados a la variabilidad y al cambio climático". En: *Perspectivas de investigación y acción frente al cambio climático en Latinoamérica: Número especial de Desastres y Sociedad en el marco del XX Aniversario de La Red*. Briones, F. (ed). La Red, Ciudad de Panamá.
- [12] Trnka, M. et al. (2011). "Agroclimatic conditions in Europe under climate change". *Global Change Biology*, 17:2298- 2318.
- [13] Tian, Z.; Yang, X.; Sun, L.; Fischer, G.; Liang, Z. and Pan, J. (2014). "Agroclimatic conditions in China under climate change scenarios projected from regional climate models". *Int. J. Climatol.* 34:2988-3000, DOI: 10.1002/joc.3892.
- [14] INECC. (2015). "Escenarios de Cambio climático". Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Consultado 15 de febrero 2016 en sitio web: <http://iecc.inecc.gob.mx/escenarios-introduccion.php>
- [15] Álvarez, C., Quintanar, I., Santana, R., Romero, M., Maya Magaña, J. G. Rosario de La Cruz, Ma. del R. Ayala Enríquez, H. Carrillo Tlazazanatza, O. Santiesteban y M. E. Bravo. (2013). "Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la quinta comunicación nacional". Informe Final del Proyecto al INECC, 150 pp.
- [16] Peñuelas, J. y Filella, I. (2001). "Responses to a warming world". *Science* 294: 793-794.
- [17] Villers, L., N. Arizpe, R. Orellana, C. Conde y J. Hernández. (2009). "Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México". *Interciencia* 34: 322-329.
- [18] Sánchez, C. I.; Díaz, P. G.; Cavazos, P. M. T.; Granados, R.R. y Gómez, R. E. (2011). "Elementos para entender el cambio climático y sus impactos". Grupo Editorial Miguel Ángel Porrúa. D. F., México, 167 p.
- [19] Ramírez-García, A. G. (2005). "Programa de ordenamiento ecológico territorial del Municipio de Álamos, Sonora, México". Centro Regional Universitario del Noroeste (CRUNO). 419 pp.
- [20] INEGI. (2010). "II Censo de Población y Vivienda". Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Consultado el 10 de enero de 2016 en sitio web: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>
- [21] COESPO. (2010). "Indicadores Demográficos y Socioeconómicos". Gobierno del estado de Sonora. Consultado el 16 de enero de 2016 en sitio web: <http://www.coespo.sonora.gob.mx>
- [22] IMTA. (2000). "Extractor rápido de información climática". ERIC. CD ROOM Instituto Tecnológico del Agua, Jiutepec, Morelos, México.
- [23] Conde, C., O. Sánchez, C. Gay, 1994, "Escenarios básicos y regionales. Estudio de País: México", en *México ante el cambio climático. Primer Taller Estudio de País: México*, Cuernavaca, Morelos, México, pp. 39-44.
- [24] Douglas, A. (1993). "Mexican temperature, precipitation and Drought data base documentation", Consultado 10 de agosto de 2016 en sitio web: <http://www.ncdc.noaa.gov>
- [25] Magaña, M., De la Cruz, R., Ayala, M., Carrillo H., Santiesteban, O., Bravo, M. (2013). "Actualización de escenarios de cambio climático para México como parte de los productos de la quinta comunicación

- nacional. Informe Final del Proyecto al INECC”. Consultado 10 de agosto de 2016 en sitio web: <http://escenarios.inecc.gob.mx/index2.html>
- [26]García, E. (2004). “Modificaciones al sistema de clasificación climática”. Paquete computacional: Modifica, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- [27]Tompkins, E., and W. Adger. (2004). “Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?”. *Ecology and Society* 9(2):10.
- [28]European Environment Agency. (2004). “Impacts of Europe's changing climate: an indicator-based assessment” en EEA Report (Dinamarca). No. 2. 100 pp.
- [29]Magaña, V. y C. Gay. (2004). “Vulnerabilidad y adaptación regional ante el cambio climático y sus impactos ambientales, sociales y económicos”. En *Gaceta ecológica*. No. 65 (7-23).Instituto Nacional de Ecología.
- [30]Conde, C. (2011). “Coping with Climate Change Impacts on Coffee and Maize for Peasants in Mexico” in: Brauch, H.G. et al.: *Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security—Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks* (Berlin – Heidelberg – New York: Springer-Verlag): 1467-1480.
- [31]IPCC. (2014). “Cambio Climático. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas”. Intergovernment Panel on Climate Change. Contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación.
- [32]Fuentes, J. (2000). “Iniciación a la meteorología y la climatología”. Editorial Mundi-Prensa: España.
- [33]CMNUSCC. (1992). “Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático”. Naciones Unidas. Consultado el 17 de agosto de 2016 en sitio web: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- [34]Retamal, M. R., J. Rojas y O. Parra. (2011). “Percepción al cambio climático y a la gestión del agua: aportes de las estrategias metodológicas cualitativas para su comprensión”. En *Ambiente & Sociedad*. Campinas V. XIV. N. 1: 175-194.
- [35]Álvarez, C.; Mora, F. (2013). “Adaptación comunitaria al cambio climático: jóvenes participan en comunidades prioritarias”. Fundación Friedrich Ebert, *Perspectivas/ FES Costa Rica*; 1) Edición Electrónica, pp. 1-9.