



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la
base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la
Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.
Vol 10. N° 30
Octubre 2017
www.eumed.net/rev/delos/30

IMPACTOS Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN EN CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO: EL CASO DE LA ZARZAMORA EN LOS REYES, MICHOACÁN, MÉXICO

Rafael Trueba Regalado¹
trueba_59@hotmail.com
Dante Ariel Ayala Ortiz²
daao@fevaq.net
México

CONTENIDO

Resumen	2
Abstract	2
1. Introducción.....	3
2. Área de estudio	4
3. Diseño metodológico.....	5
4. Resultados y discusión	7
4.1 Escenarios climáticos.....	7
4.2 Grupo de enfoque	9
4.3 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: temperatura mínima de 18-21°C	9
4.4 Priorización de medidas: temperatura mínima de 18-21°C	11
4.5 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: temperatura máxima de 32-35°C	13
4.6 Priorización de medidas: temperatura máxima 32-35°C	15
4.7 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: incremento de 14% en precipitación	16
4.8 Priorización de medidas: incremento de 14% en precipitación	18
5. Conclusiones.....	19
6. Bibliografía	21

¹ Maestro en Ciencias del Desarrollo Local. Actualmente Doctorante en el Instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

² Doctor en Problemas Económicos Agroindustriales. Actualmente profesor-investigador en la Facultad de Economía "Vasco de Quiroga" de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar los posibles impactos que puede presentar la dinámica productiva de la zarzamora³, derivados de la vulnerabilidad que muestra este cultivo ante el cambio climático (CC) así como proponer medidas de adaptación que permitan disminuir el riesgo que representan éstos para el impulso del desarrollo económico de Los Reyes, Michoacán. Se parte de la aplicación de una metodología propuesta por el Banco Mundial para la elaboración de planes de acción frente al CC, misma que se sustenta en la elaboración de un grupo de enfoque incluyendo la incorporación de productores y especialistas con la finalidad de analizar las diferentes variables que comprenden a la dinámica productiva de la zarzamora ante diferentes escenarios climáticos.

Los resultados indican que el clima presentará modificaciones en un futuro para la zona de estudio, lo cual generará impactos negativos para la dinámica productiva de la zarzamora, mismos que se distribuyen de la siguiente manera: efectos en el suelo, en la planta, incrementos en la presencia de plagas y enfermedades que provocan en una disminución de exportaciones, ingreso, empleo y un aumento de la pobreza. Esto muestra la urgente necesidad de proponer alternativas para disminuir los impactos negativos que ocasiona el CC en la dinámica productiva de la zarzamora, lo cual pone en riesgo el desarrollo económico en el área de análisis.

Palabras clave: cambio climático, riesgo, amenaza, vulnerabilidad, adaptación.

ABSTRACT

This research aims to show the adverse impacts that can present the productive dynamics of the blackberry which are derived from the vulnerability that this crop presents with the climate change (CC), and propose adaptation measures that may decrease the risk posed to boost economic development in the township of Los Reyes, Michoacán. It starts with the application of a methodology proposed by the World Bank for the development of action plans against CC, same that is based on the development of a focus group including the incorporation of producers and specialist with the aim to analyze the different variables that comprise the productive dynamics of blackberry under different climate scenarios.

The results indicate that the climate in the study area will suffer changes in the future, which will have negative impacts on productive dynamics of blackberry, these are distributed as follows: effects in soil, at the plant and would generated presence of pests and diseases, which result in decreased exports, income, employment and an increase in poverty. This shows the urgent need to propose alternatives to reduce the negative impacts caused by the CC to the productive dynamics of blackberry which represents a risk to the process of economic development in the area of analysis.

Keywords: climate change, risk, threat, vulnerability, adaptation.

³ En el presente trabajo de investigación, entenderemos por dinámica productiva de la zarzamora a la superficie sembrada y cosechada del cultivo, así como a su producción y al valor económico de ésta.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el CC ha cobrado importancia para la humanidad, ya que en la actualidad representa la mayor amenaza que enfrenta la vida en la tierra, debido a que este proceso eleva o disminuye la temperatura, la precipitación, y los vientos promedio del planeta, rompiendo el equilibrio ecológico de éste (Greenpeace, 2005). El CC es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad observada a lo largo de períodos de tiempo comparables. Por lo general, el CC hace referencia a las interferencias humanas, las cuales han alterado la frecuencia de los fenómenos climatológicos normales y ha hecho más catastróficos los desastres naturales; a su vez, esto ha dañado comunidades, cultivos y ecosistemas (García, 2011).

En esa dirección, se argumenta que la producción agrícola es altamente vulnerable ante el CC, ya que las variaciones de la temperatura y precipitación pueden afectar el rendimiento de los cultivos o en algunos casos pueden llegar a desaparecer. Es por ello, que se debe de entender la complejidad que abarca el estudiar la vulnerabilidad ante el CC. En ese sentido, es preciso definir a este concepto como el grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del CC y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos.

La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del CC a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2007). Entonces, “la adaptación al CC emerge como un concepto clave en la investigación sobre este proceso, ya que a través de la capacidad de respuesta y los mecanismos de adaptación es posible conocer si los sistemas sociales están siendo resistentes a los diferentes impactos” (Campos *et al.*, 2013:330).

La agricultura es una de las actividades económicas más importantes para México y el estado de Michoacán, ya que genera una aportación del “3.8% del Producto Interno Bruto (PIB) y emplea a la quinta parte de la población económicamente activa de la nación, con 8.7 millones de personas” (CONAFOR, 2013:19). “En cuanto a Michoacán, la actividad de la agricultura se desarrolla en poco más de un millón de hectáreas, que representa casi el 20% de la superficie total del estado. El 75% de la superficie cultivada se destina a sorgo, aguacate, fresa, durazno, zarzamora, caña de azúcar, mango y maíz” (Toledo *et al.*, 2010:27).

En este orden de ideas, el municipio de Los Reyes, Michoacán es un territorio que se caracteriza por ser una zona dedicada a la agricultura, ya que su principal actividad económica es la producción de zarzamora. Este cultivo se ha vuelto fundamental para la economía del sector agrícola del municipio como lo indican los siguientes datos: “en el periodo 2005-2010 México obtuvo una cantidad 96,692.62 toneladas en cuanto a la producción de zarzamora, de éstas Michoacán aportó 92,253.43. La gran participación que tuvo el estado a nivel nacional se debe a que parte de su colaboración fue realizada por el municipio de Los Reyes, ya que éste generó el 46.3% de la cantidad mencionada” (Infante y Trueba, 2014:4).

En cuanto al valor de la producción de zarzamora, “el país registró la cantidad de 2,070.055 millones de pesos, de los cuales Michoacán contribuyó con el 95.8% y de ese porcentaje generado

por el estado Los Reyes participó con el 50.9%. Con ello, se interpreta que la colaboración que tiene este territorio en torno al rubro analizado es fundamental, ya que genera la mitad de ingresos obtenidos por el cultivo de la fruta” (Infante y Trueba, 2014:4). Es por lo anterior, que se puede identificar al cultivo de la zarzamora como la vocación productiva⁴⁵ de la zona de análisis, tanto por la eficiencia productiva y la derrama económica que genera, así como por la creación de empleos fijos y temporales asociados a esta actividad.

En este contexto, las pérdidas agrícolas en cuanto al cultivo de la zarzamora podrían tener un efecto multiplicador de impactos adversos en la economía y en una mayor pobreza de las áreas rurales como la que presenta la zona de estudio (FAO y SAGARPA, 2012). Los efectos del CC son considerables sobre el sector agrícola, ya que éste es altamente dependiente del clima y, por lo tanto, vulnerable a sus cambios. Por ello, se resalta que el desarrollo económico del sector agrícola en el territorio de análisis está altamente correlacionado con el proceso del CC, ya que al presentar una economía basada principalmente en su vocación productiva (producción de zarzamora) la vulnerabilidad que se exhibe es muy alta, debido a que si ésta desaparece se generarían diferentes impactos adversos.

En síntesis, la problemática identificada se relaciona con los impactos adversos que puede presentar la dinámica productiva de la zarzamora, derivados de la vulnerabilidad que posee este cultivo ante el CC, lo que representa un riesgo elevado para el desarrollo económico del sitio de análisis.

Con base en lo anterior, la presente investigación se planteó determinar los impactos que presenta la dinámica productiva de la zarzamora derivados de la vulnerabilidad que muestra este cultivo ante diferentes escenarios de CC para el periodo 2010-2040, y proponer medidas de adaptación que permitan disminuir el riesgo que representan éstos para el impulso del desarrollo económico en Los Reyes, Michoacán.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Los Reyes, Michoacán mismo que se localiza a los 19° 35' 30" de latitud norte y 102° 28' 50" de longitud oeste, cuenta con una altitud media de 1,300 metros sobre el nivel del mar. Su superficie es de 480.09 Km², misma que representa un 0.81 % del total del estado (SNIM, 2014). Se trabajó con la organización Biomanejo Integral Orgánico Sustentable para la Agricultura (BIOISA) ubicada en la zona de estudio (ver figura 1).

⁴ La vocación productiva podemos entenderla “como aquella condición por la cual un país o región puede competir mejor que otros en la producción de un determinado bien en función de la dotación natural de recursos y los beneficios” (Bonales y Lara, 2012:252).

⁵ “La vocación productiva no implica necesariamente condiciones de producción altamente tecnificadas o productos de naturaleza sofisticada, logrando la integración de cadenas productivas en industrias tradicionales y productos poco complejos, fomentando el desarrollo de grupos con actividades correlacionadas entre sí” (Bonales y Lara, 2012:252).

3. DISEÑO METODOLÓGICO

El método se centró en la construcción de escenarios de CC, a partir de ello, se derivaron las variables climatológicas que se deseaban estudiar para el sector agrícola de la zarzamora. Después, se realizó la evaluación del riesgo que pueden ocasionar los posibles efectos del CC en

diferentes temáticas que se consideraron importantes. Por último, se estableció la vulnerabilidad que presenta el sector de estudio ante el CC y se jerarquizaron las medidas de adaptación.

Por otro lado, los datos estadísticos que se utilizaron para el análisis del clima fueron obtenidos de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en específico del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Se trabajó la estación climatológica 16073, ésta tiene el nombre de Los Limones y se encuentra localizada en el sitio de análisis. La situación actual de ésta indica que está suspendida y pertenece al organismo Comisión Federal de Electricidad (CFE). Ésta se encuentra ubicada a una latitud de 19.6017, presentando una longitud de -102.5281 y muestra una altitud de 1,175 metros sobre el nivel del mar. La estación climatológica 16073 proporcionó evidencia cuantitativa suficiente para poder realizar el análisis del clima observado y para proyectar los escenarios de CC para la zona de estudio, ya que posee datos climáticos diarios de la temperatura máxima y mínima, así como de precipitación para el periodo de análisis de 1955-1997⁶.

Para la proyección de los escenarios de CC 2010-2040 se utilizó el software LARS (4.0) que es un generador estocástico que permite generar un análisis de datos referentes a variables meteorológicas como son la precipitación, la temperatura mínima, máxima, etc. Fundamentándose en las características estadísticas de datos observados en un sitio. Se trabajó con la línea evolutiva A2, es decir, bajo un contexto de emisiones de gases de efecto invernadero media-alta, que supone un mundo global muy heterogéneo, con la población en constante aumento y crecimiento económico orientado regionalmente (IPCC, 2000).

Es necesario mencionar que al momento de trabajar con este software, es la homogenización de los datos, es decir, que antes de introducir información en la herramienta ésta tiene que pasar por un control de calidad. Esto con la finalidad de que al momento que se corran los datos en el programa arroje resultados coherentes con base a la información que éste reciba. Es por ello, que al tener las observaciones registradas bajo un ambiente de calidad la interpretación de lo que ha pasado con el clima será más clara. Los filtros que se eligieron para homogenizar los datos fueron tomados con base en la guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos de CC propuesta por Magaña (2010):

- a) Que la estación cuente con más de treinta años de información observada lo más reciente posible;
- b) Que la densidad de los datos sea mayor o igual al 90%;
- c) Que cuente con pocos datos inconsistentes (*outliers*).

Con la finalidad de tener un panorama completo de cómo podría ser el comportamiento futuro del clima con base en las proyecciones que realiza el software LARS, la información se trabajó con el programa STATISTICA 7, mediante el análisis de *Boxplots*. Por otro lado, para el estudio estadístico de la dinámica productiva de la zarzamora, se utilizaron datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el periodo 2003-2012.

⁶ El periodo de tiempo que se comenta tiene registrados alrededor de 16,000 datos observados.

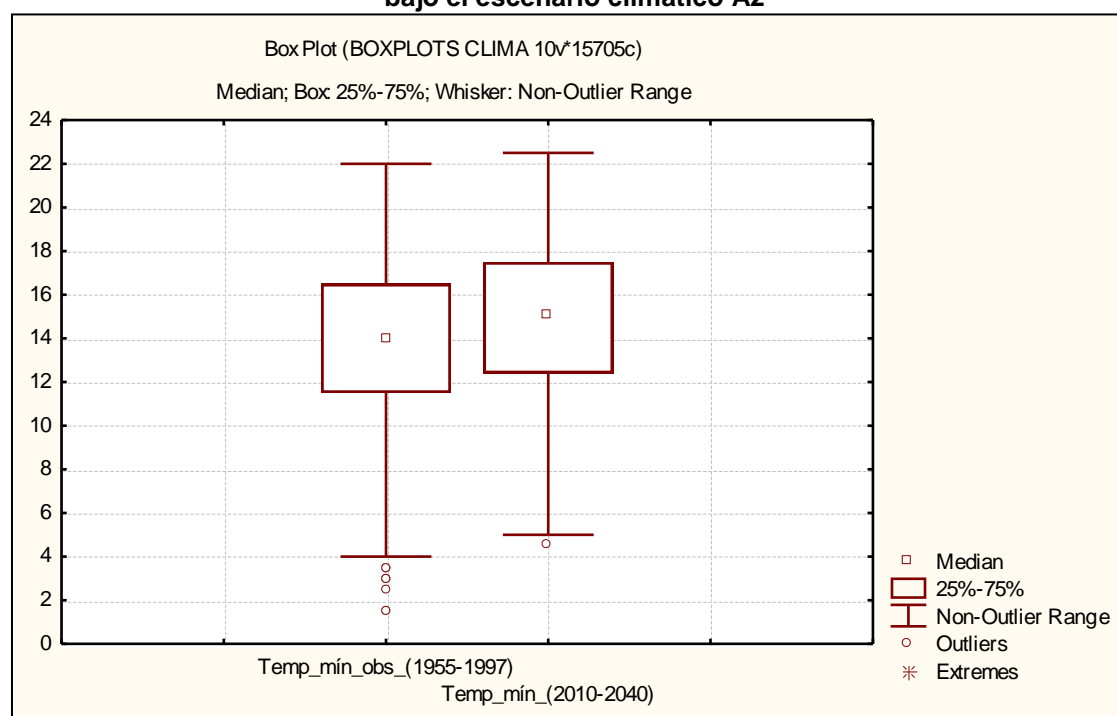
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Escenarios climáticos

Se evaluó el comportamiento del clima observado y proyectado por medio del análisis de box plots, con la finalidad de tener elementos cuantitativos que permitan contemplar en que percentil se distribuyen todos los datos que se trabajaron para los diferentes periodos de análisis.

Realizando un análisis comparativo entre el escenario observado y el proyectado, se refleja que la temperatura mínima presenta un incremento de 1.1°C para el periodo 2010-2040, así mismo, muestra una tendencia creciente en los rangos extremos de 1°C para el más bajo y de 0.5°C para el más alto. Esto exhibe que la temperatura mínima se puede tornar más fría en la zona de estudio (ver figura 2).

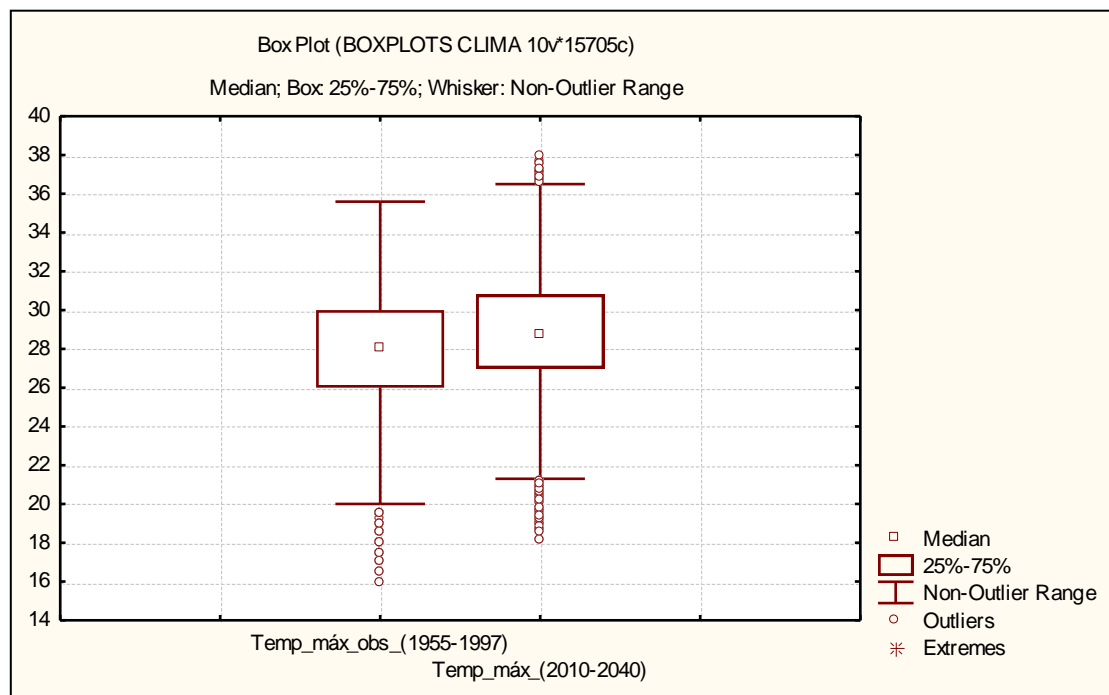
Figura 2. Boxplot de temperatura mínima observada y proyectada para el periodo 2010-2040 bajo el escenario climático A2



Fuente: Elaboración propia con base en la estación climatológica 16073, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Servicio Meteorológico Nacional.

El escenario proyectado para temperatura máxima muestra un incremento en la media de los datos de 0.7°C, así como un aumento en los rangos, obteniendo para el menor 1.3°C y para el mayor 0.9°C. Con ello, se tiene información que indica que la temperatura se volverá más cálida para el periodo proyectado (ver figura 3).

Figura 3. Boxplot de temperatura máxima observada y proyectada para el periodo 2010-2040 bajo el escenario climático A2

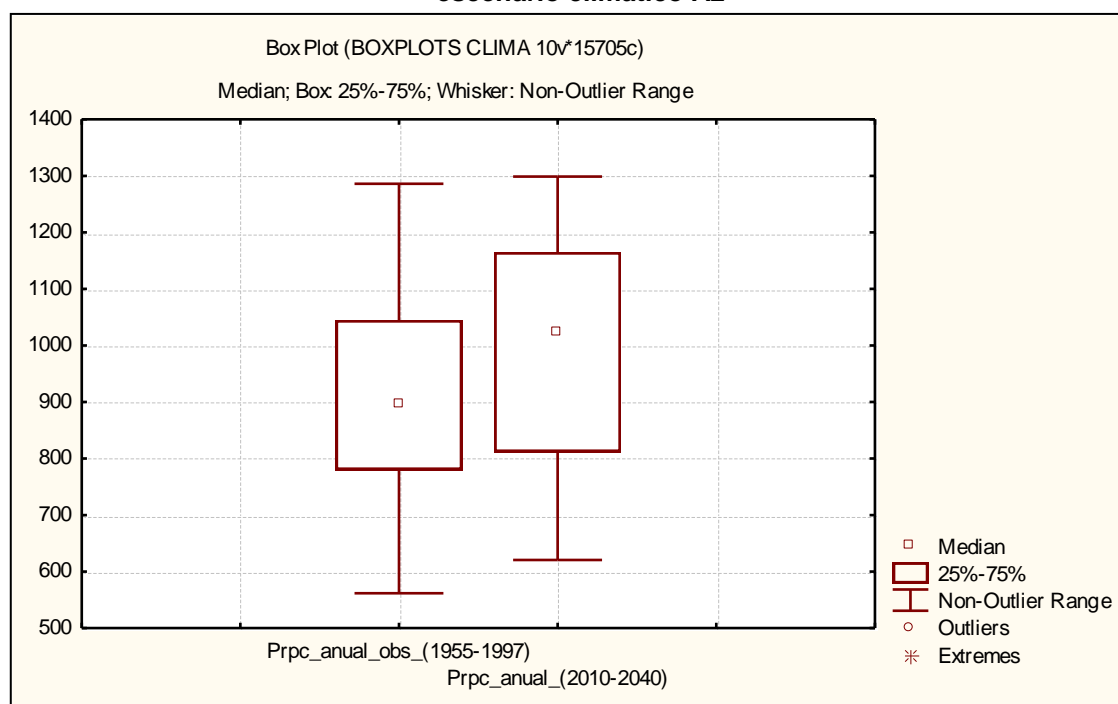


Fuente: Elaboración propia con base en la estación climatológica 16073, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Servicio Meteorológico Nacional.

Por último, el escenario proyectado para precipitación presenta un comportamiento similar al de la temperatura, es decir, muestra una tendencia creciente. El aumento que registra el rango es de 58.8mm para el punto más bajo y el mayor 12.8mm, la media de los datos es 127.65mm representado un incremento de la precipitación de 14.2% respecto del escenario observado. Con base a lo anterior, se fundamenta que se incrementaran las lluvias y en ocasiones su intensidad (ver figura 4).

A partir del análisis de los escenarios climáticos observados y proyectados bajo la supervisión de expertos en clima, se identificó en conjunto con los productores cuáles son los de mayor relevancia para el cultivo de la zarzamora, para conocer los posibles impactos que puede presentar la dinámica productiva. Se eligieron las variables temperatura máxima, mínima y precipitación, ya que los actores consideraron que son las más importantes para representar una amenaza para la actividad de estudio.

Figura 4. Boxplot de precipitación observada y proyectada para el periodo 2010-2040 bajo el escenario climático A2



Fuente: Elaboración propia con base en la estación climatológica 16073, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Servicio Meteorológico Nacional.

4.2 Grupo de enfoque

Los productores de zarzamora decidieron trabajar las matrices de impactos, riesgos y medidas de adaptación utilizando los rangos de las variables climáticas que más incertidumbre les causaron y con ello realizar la construcción de la información, las cuales son: temperaturas mínimas que oscilan entre 18-21°C, temperaturas máximas entre 32-35°C y un incremento en la precipitación del 14%.

Después de definir las variables de CC éstas se relacionaron con diferentes temas que sufrirán impactos adversos ante las modificaciones comentadas, siendo éstos los siguientes: la superficie cosechada y sembrada, la producción, el rendimiento de la tierra, las exportaciones, el ingreso, el empleo y la pobreza.

4.3 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: temperatura mínima de 18-21°C

En la matriz 1 se presentan los impactos que sufre la dinámica productiva de la zarzamora ante la temperatura mencionada, mismos que son negativos en su totalidad según los productores participantes. La superficie sembrada presenta una disminución a causa de la pérdida de la resistencia biológica que tendría la planta del cultivo, lo cual representa un riesgo alto. Como medida de adaptación se considera la implementación de macrotuneles, ya que con ello se haría frente a cuestiones climáticas. La superficie cosechada disminuye por la reducción que se presentaría en las horas frío que son sumamente importantes para el cultivo, ante ello se le asignó un riesgo alto. La medida de adaptación que se propone es reforestar los bosques, ya que estos son los que

pueden contrarrestar la emisión de gases de efecto invernadero y permitiría que la temperatura se mantuviera en condiciones deseables.

La producción disminuye, ya que ante la temperatura analizada se generaría la presencia de plagas y enfermedades como la peronospora, además se corre el riesgo de que se presenten otras, por ello se considera un riesgo extremo. Ante ello, el buen tratamiento del suelo y la utilización de inductores de resistencia técnica inducida como el ácido fosforoso, el salicílico, y los fosfitos de potasio pueden ayudar a combatir los impactos negativos.

La tierra presenta una disminución del rendimiento derivado de la pérdida de humedad en el suelo, generando daños a organismos naturales como las lombrices, que son muy importantes para tener superficie de buena calidad, por ello, muestra un riesgo extremo. Para tratar de responder a lo mencionado, se contempla el manejo integral orgánico, con la finalidad de dar un buen tratamiento al suelo y a su biodiversidad.

Matriz 1 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: ante un escenario de temperatura mínima 18-21°C

Temas de análisis	Impactos y riesgos	Medidas de adaptación
1.- Superficie sembrada	Disminuye, porque se presenta una pérdida de resistencia biológica en la planta del cultivo	Implementación de macrotuneles
	A	
2.- Superficie cosechada	Disminuye, por reducción de horas frío	Reforestar
	A	
3.- Producción	Disminuye, por la presencia de plagas y enfermedades comunes como la peronospora y pueden generarse nuevas	Inductores de resistencia técnica inducida (ácido fosforoso, salicílico y fosfitos de potasio) - tratamiento del suelo
	X	
4.- Rendimiento de la tierra	Disminuye, por pérdida de la humedad del suelo generando daños a organismos naturales como lombrices	Manejo integral orgánico (tratamiento del suelo y biodiversidad)
	X	
5.- Exportaciones	Disminuyen, debido a que el producto no maduraría de forma normal y no se alcanzarían estándares de calidad en la frutilla	Generar una cultura del control de calidad ante diferentes climas
	X	
6.- Ingreso	Disminuye, por pérdida de ventas en el mercado exterior	Estrategia de consumo para el mercado nacional
	X	
7.- Empleo	Disminuye, ya que con la reducción de la superficie sembrada/cosechada se requieren menos jornales	Diversificación de cultivos para no depender solo de uno y se pueda contratar más jornaleros
	A	
8.-Pobreza	Incrementa, por la modificación de las condiciones anteriores (caída de exportaciones, empleo e ingreso)	Subsidios
	A	

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado.

Las exportaciones del producto zarzamora se ven afectadas debido a que el fruto no maduraría de forma adecuada y no se alcanzarían los estándares de calidad que se exigen a nivel internacional, por ello registra un nivel de riesgo extremo. Como respuesta, es necesario generar una cultura de control de calidad ante diferentes climas. El ingreso⁷ resulta perjudicado por la pérdida de ventas en el extranjero (principal mercado del producto), lo cual representa un riesgo extremo, resaltándose la necesidad de una estrategia para consumir la frutilla en el mercado nacional.

En cuanto al empleo, éste sufre un impacto negativo, ya que al disminuir la superficie sembrada y cosechada de la zarzamora, el número de jornales que se requieren para todo el proceso de producción es menor, lo que representa un riesgo alto. Como alternativa se presenta la diversificación de cultivos, con la finalidad de que no se dependa de una sola actividad y se pueda contratar a más jornales. La pobreza se incrementaría, por los diferentes impactos negativos que presentan los temas analizados anteriormente, en específico la caída de las exportaciones, el empleo y el ingreso. Como medida de adaptación se busca adquirir subsidios gubernamentales que permitan disminuir este efecto.

4.4 Priorización de medidas: temperatura mínima de 18-21°C

Después de comentar los impactos, riesgos y medidas de adaptación se solicitó a los actores participantes evaluar cada una de las propuestas bajo los criterios de nivel de urgencia, costo y tiempo de implementación, así como efectividad para obtener resultados y las condiciones institucionales, la información recabada se muestra en la matriz 2:

Matriz 2. Priorización de medidas de adaptación: ante un escenario de temperatura mínima de 18-21°C

Temas de análisis	Medidas de adaptación propuestas	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad)	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Efectividad tiempo para obtener los resultados	Condiciones institucionales
		(1,2, 3) Baja, media, alta	(1,2 ,3) Bajo, medio, alto	(1,2,3) Corto, medio, largo	(1,2,3) Bajo, medio, alto	(1,2,3) Adversas, adecuadas, propicias
1.- Superficie sembrada	Implementación de macrotuneles	2	3	2	3	2
2.- Superficie cosechada	Reforestar	2	2	2	3	2
3.- Producción	Inductores de resistencia técnica inducida (ácido fosforoso, salicílico y fosfitos de potasio) tratamiento del suelo	3	1	2	2	2

⁷ El impacto, el riesgo, la medida de adaptación y la priorización de medida para este tema únicamente se comentará en este apartado, ya que los productores dieron argumentos muy similares en relación con las otras variables climáticas.

Temas de análisis	Medidas de adaptación propuestas	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad)	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Efectividad tiempo para obtener los resultados	Condiciones institucionales
		(1,2, 3) Baja, media, alta	(1,2 ,3) Bajo, medio, alto	(1,2,3) Corto, medio, largo	(1,2,3) Bajo, medio, alto	(1,2,3) Adversas, adecuadas, propicias
4.- Rendimiento	Manejo integral orgánico (tratamiento del suelo y biodiversidad)	3	2	2	2	2
5.- Exportaciones	Generar una cultura del control de calidad ante diferentes climas	2	2	3	2	2
6.- Ingreso	Estrategia de consumo para el mercado nacional	3	2	2	2	1
7.- Empleo	Diversificación de cultivos para no depender solo de uno y se pueda contratar más jornaleros	3	3	2	3	2
8.- Pobreza	Subsidios	3	2	2	2	1

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado.

En referencia a la información que se mencionó anteriormente, se resalta que las medidas de adaptación que se deben de atender primero para reducir los impactos adversos que puede presentar la dinámica productiva de la zarzamora son las que muestran un nivel de urgencia de implementación alta, para después abordar las que tienen un grado medio. Éstas son las siguientes:

- Inductores de resistencia técnica inducida (ácido fosforoso, salicílico y fosfitos de potasio);
- Manejo integral orgánico (tratamiento del suelo y biodiversidad);
- Estrategia de consumo para el mercado nacional;
- Diversificación de cultivos para no depender solo de uno y se pueda contratar más jornaleros;
- Subsidios.

Los inductores de resistencia técnica inducida son de urgente implementación para atacar a las plagas y enfermedades que abordan al cultivo, así mismo, éstos son de bajo costo y el tiempo que se necesita para su aplicación es medio, para tener resultados en un mediano plazo. Los productores comentaron que el gobierno ha dado apoyo para poder obtener estos componentes químicos que ayudan hacer más resistente a la planta, a su vez, ellos mismos se han dado a la tarea de desarrollarlos con la vinculación que tienen con algunos académicos expertos en el tema.

El manejo integral orgánico⁸ también es una prioridad para atender en un futuro, se le asignó un tiempo y costo de implementación medio, debido a que los actores consideraron que la inversión no es muy elevada y se puede aplicar de manera muy fácil. Se obtendrían resultados de éstos en mediano plazo, debido a que las modificaciones que haría la materia orgánica al suelo requieren de un proceso de varias aplicaciones. Las condiciones institucionales son adecuadas, ya que existen subsidios que fomentan este tipo de agricultura. Algo que agregaron los productores al tema de condiciones adecuadas para la aplicación de esta medida de adaptación, es que ellos elaboran insumos orgánicos que permiten tener un proceso de producción inocuo, mismos que ya han aplicado en algunas de sus huertas como prueba piloto, obteniendo éxito.

La estrategia de consumo para el mercado⁹ nacional se considera que es muy importante para atenderse en un futuro para no depender únicamente de las ventas del producto en el exterior, los productores le asignaron un nivel alto de implementación y consideran que el tiempo y costo de implementación es medio. Las condiciones institucionales con las que se cuenta son adversas, los actores comentaron que esto se debía a que no han encontrado suficiente respaldo gubernamental para poner en marcha una estrategia en esa orientación, y las veces que han intentado impulsarla por ellos mismos la falta de organización les ha arruinado el proyecto.

La diversificación de cultivos presenta un nivel de urgencia de implementación y costo alto, por un lado los productores mencionaron que se necesita tener otras actividades productivas que permitan disminuir la dependencia que se tiene de la actual, así mismo, indicaron que introducir nuevos productos agrícolas a la zona de estudio resultaría costoso, porque se necesita de mucha inversión para conocer qué cultivos se adaptarían a las condiciones de clima y suelo de la región.

Aunado a lo anterior, el tiempo de implementación y la efectividad que esto presentaría para tener resultados es medio, ello se atribuye a que se necesitaría probar con diferentes cultivos, con la finalidad de contemplar cómo responden a las características específicas con las que cuenta el territorio y detectar cuál tendría éxito. Sin embargo, las condiciones institucionales son adecuadas, ya que existen programas gubernamentales que están tratando de abrir el camino para la introducción de cultivos como el aguacate, la frambuesa, la fresa, etc.

4.5 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: temperatura máxima de 32-35°C

En la matriz 3 se muestra que bajo un escenario de temperatura máxima de 32 a 35 grados, la superficie sembrada disminuye, debido a que la planta del cultivo es poco resistente ante el incremento esperado, lo cual representa un riesgo alto. Para tratar de resolver esto, se necesita de la implementación de macrotuneles y dar buen manejo nutricional de la planta. La superficie cosechada disminuye, ya que el cultivo necesita de temperaturas frescas y el incremento planteado

⁸ Esta medida de adaptación solo se comentará en este apartado, ya que los productores la consideraron aplicable también para las otras variables climáticas.

⁹ Esta alternativa solo se analizará en esta parte de la investigación, debido a que los actores la mencionan más adelante como posible respuesta para otros escenarios climáticos.

se asemeja a un clima más cálido, por ello, muestra un riesgo alto. En esas condiciones, se plantea la propuesta de utilizar macrotuneles que permitan controlar la temperatura deseable. La producción se ve afectada, ya que se modificaría el periodo de cosecha, resultando equivalente a un riesgo extremo. En esa orientación, para hacer frente a este impacto se contempla el control biológico del cultivo para hacerlo más resistente a diferentes temperaturas.

El rendimiento de la tierra se disminuye debido a la pérdida de biodiversidad y humedad del suelo, registrando un riesgo extremo. La alternativa para disminuir el impacto es dar buen manejo del suelo por medio de la utilización de materia orgánica. En referencia a las exportaciones del producto zarzamora, éstas disminuyen por la pérdida de ventas del producto para su consumo en fresco en el mercado internacional, lo que exhibe un riesgo extremo. Con base en ello, se plantea que es necesario darle valor agregado a la producción para que no sea únicamente el consumo en fresco el destino de ésta y se diversifiquen las exportaciones para diferentes mercados.

Matriz 3. Impactos, riesgos y medidas de adaptación: ante un escenario de temperatura máxima de 32-35°C

Temas de análisis	Impactos y riesgos	Medidas de adaptación
1.- Superficie sembrada	Disminuye, ya que ante temperaturas elevadas la planta del cultivo es poco resistente A	Implementación de macrotuneles y manejo nutricional de la planta
2.- Superficie cosechada	Disminuye, ya que el cultivo requiere de temperaturas frescas A	Implementación de macrotuneles
3.- Producción	Disminuye, ya que se modificaría el periodo de cosecha X	Control biológico del cultivo
4.- Rendimiento de la tierra	Disminuye, debido a la pérdida de humedad del suelo y biodiversidad X	Manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica
5.- Exportaciones	Disminuye, por la pérdida en las ventas del producto para su consumo en fresco en el mercado internacional X	Darle valor agregado a la producción en fresco (subproductos)
6.- Ingreso	Disminuye, por pérdida de ventas en el mercado exterior X	Estrategia de consumo para el mercado nacional
7.- Empleo	Disminuye pero no drásticamente ante la necesidad de cosechar más rápido por la modificación del periodo de cosecha A	Diseñar un esquema de organización entre productores y jornaleros para que puedan acceder a la asignación de recursos por parte del gobierno
8.-Pobreza	Aumenta, sobre todo en el pequeño productor ya que los grandes tendrían un impacto menor X	Mayor capacitación y asesoramiento técnico

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado.

El empleo también presenta una disminución, sin embargo, los productores hicieron énfasis en que este comportamiento no sería tan drástico, ya que al recorrer el periodo de cosecha se presentaría la necesidad de hacer esta actividad en menos tiempo, por lo que se necesitarían más jornales para ello. Ante esto, se le asignó un riesgo alto, planteándose como alternativa para disminuir el impacto negativo diseñar un esquema de organización entre productores y jornaleros para que puedan acceder a la asignación de recursos por parte del gobierno, ya que si se piden de manera individual es muy difícil que se otorguen.

Los actores consideran que la pobreza se incrementa, pero sobre todo para los pequeños productores, ya que ellos tienen menor capacidad económica para hacer frente a todos los impactos negativos mencionados anteriormente. Por ello, se le asignó un riesgo extremo, mencionándose que para disminuir este problema se requiere asignarles un seguro agrícola con el cual puedan garantizar una mayor solvencia monetaria.

4.6 Priorización de medidas: temperatura máxima 32-35°C

Las medidas de adaptación que deben tener prioridad ante un escenario como el que se está analizando, son las que presentan el nivel de urgencia de implementación alto, ya que de no atenderse rápidamente la vulnerabilidad sería elevada, éstas se mencionan en la matriz 4:

- Estrategia de consumo para el mercado nacional;
- Capacitación y asesoramiento técnico.

**Matriz 4. Priorización de medidas de adaptación:
ante un escenario de temperatura 32-35°C**

Temas de análisis	Medidas de adaptación propuestas	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad) (1,2, 3) Baja, media, alta	Costo de implementación (1,2 ,3) Bajo, medio, alto	Tiempo de implementación (1,2,3) Corto, medio, largo	Efectividad tiempo para obtener los resultados (1,2,3) Bajo, medio, alto	Condiciones institucionales (1,2,3) Adversas, adecuadas, propicias
1.- Superficie sembrada	Implementación de macrotuneles y manejo nutricional de la planta	2	3	2	3	2
2.- Superficie cosechada	Implementación de macrotuneles	2	3	2	3	2
3.- Producción	Control biológico del cultivo	2	1	2	2	3
4.- Rendimiento	Manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica	2	1	2	2	2
5.Exportaciones	Darle valor agregado a la producción en fresco (subproductos) y continuar exportando	2	3	2	3	2

Temas de análisis	Medidas de adaptación propuestas	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad) (1,2, 3) Baja, media, alta	Costo de implementación (1,2 ,3) Bajo, medio, alto	Tiempo de implementación (1,2,3) Corto, medio, largo	Efectividad tiempo para obtener los resultados (1,2,3) Bajo, medio, alto	Condiciones institucionales (1,2,3) Adversas, adecuadas, propicias
6.- Ingreso	Estrategia de consumo para el mercado nacional	3	2	2	2	1
7.- Empleo	Diseñar un esquema de organización entre productores y jornaleros para que puedan acceder a la asignación de recursos por parte del gobierno	2	1	3	2	2
8.- Pobreza	Capacitación y asesoramiento técnico	3	2	2	3	2

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado.

Estas medidas de adaptación tienen un costo y tiempo de implementación medio, y se obtendrían resultados en un mediano y largo plazo. En referencia a la medida de adaptación relacionada con el asesoramiento y capacitación, los actores hicieron énfasis en que el costo y tiempo de implementación es medio, ya que esto se puede realizar sin hacer una gran inversión económica y puede aplicarse por medio de la realización de talleres (bajo la dirección de personas que dominen el tema) en la infraestructura con la que ellos cuentan. Sin embargo, consideran que la efectividad para obtener resultados sería baja, debido a que esto involucra todo un proceso de aprendizaje. La motivación la encuentran en que las condiciones institucionales son propicias, debido a que el gobierno se ha dado a la tarea de proporcionar ayuda en ese sentido. A su vez, se deben atender las demás propuestas, porque éstas también demandan un nivel de urgencia de implementación alta.

4.7 Impactos, riesgos y medidas de adaptación: incremento de 14% en precipitación

Los siguientes resultados en la matriz 5, corresponden a estimaciones que indican un incremento del 14% en la precipitación, ante el cual los productores de zarzamora consideran que la superficie sembrada y cosechada disminuye y presentan un riesgo alto. La primera, gracias a la pérdida de suelo por arrastre de la lluvia (escurrimiento y lixiviación) y la segunda por el maltrato físico que sufre la planta del cultivo. Para disminuir estos efectos negativos, se identificó que la utilización de macrotuneles puede ayudar a ello, ya que con la implementación de éstos las huertas quedan protegidas.

**Matriz 5. Impactos, riesgos y medidas de adaptación:
ante un escenario de precipitación con incremento de 14%**

Temas de análisis	Impactos y riesgos	Medidas de adaptación
1.- Superficie sembrada	Disminuye, debido a la pérdida de suelo por arrastre (escurrimiento y lixiviación)	Implementación de macrotuneles y manejo nutricional a la planta
	A	
2.- Superficie cosechada	Disminuye, por el maltrato físico que puede sufrir la planta del cultivo	Implementación de macrotuneles
	A	
3.- Producción	Disminuye, debido al incremento de humedad que eleva la posibilidad de la aparición de plagas y enfermedades fungosas	Tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos y nutrición de la planta para contrarrestar la humedad
	X	
4.- Rendimiento de la tierra	Disminuye por pérdida de fertilidad y nutrientes del suelo	Manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica
	A	
5.- Exportaciones	Disminuyen por que no se cumpliría con medidas fitosanitarias, tendría falta de condiciones de inocuidad	Tecnificación y prevención por medio de un manejo integrado de plagas y enfermedades
	X	
6.- Ingreso	Disminuye por disminución de ventas en el mercado internacional	Estrategia de consumo para el mercado nacional
	X	
7.- Empleo	Disminuye debido a que no se contaría con el capital para pagar los salarios de los jornaleros	Diversificación de cultivos
	X	
8.-Pobreza	Incrementa, debido a que los productores, jornaleros que depende de la actividad tendrían disminución de recursos económicos	Seguro agrícola
	X	

Fuente: Elaboración propia con base en el trabajo de campo realizado.

La producción resulta afectada, debido a la humedad que se presentaría, misma que eleva la posibilidad de que aparezcan plagas y enfermedades fungosas, es por ello, que estos impactos representan un riesgo extremo. La alternativa que se comentó, se relaciona con la necesidad de implementar tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos, así como dotar de nutrición a la planta por medio de diferentes insumos orgánicos para contrarrestar la humedad. La tierra presenta un efecto negativo, ya que el rendimiento disminuye, ello se deriva de la pérdida en la fertilidad del suelo y de los nutrientes que éste necesita para tener la calidad óptima para cultivar, lo cual manifiesta un riesgo alto. Los actores mencionaron que el manejo del suelo por medio de materia orgánica como la lombricomposta puede ayudar a solventar el problema.

Las exportaciones sufren un impacto negativo, debido a que éstas disminuirían por no alcanzar las medidas fitosanitarias que se demandan en el mercado exterior, así mismo, se tendría falta de condiciones de inocuidad en el producto, representando un riesgo extremo. La tecnificación y prevención por medio de un manejo integrado de plagas y enfermedades surge como respuesta para tal efecto. El empleo presenta un riesgo extremo y un efecto negativo, relacionado con la

pérdida de capital para pagar los salarios de los jornales, por ello, se hizo énfasis en la diversificación de cultivos para que no se dependa únicamente de una actividad y se pueda fomentar la oferta de trabajos temporales y fijos. La pobreza se incrementa por la disminución de recursos que tendrían los jornales y los productores que dependen de la producción de zarzamora, lo cual indica un riesgo extremo. La medida de adaptación que se propuso fue la puesta en marcha de un seguro agrícola para subsanar este impacto, por medio del otorgamiento de recursos monetarios por parte del gobierno con la finalidad de asegurar las huertas.

4.8 Priorización de medidas: incremento de 14% en precipitación

Las medidas de adaptación que deben de atenderse con mayor prioridad para este escenario poseen un nivel de urgencia de implementación alta, mismo que a su vez se relaciona con la vulnerabilidad que se presentaría de no resolverse, éstas son las siguientes (ver matriz 6):

- Tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos y nutrición de la planta para contrarrestar la humedad;
- Manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica;
- Tecnificación y prevención por medio de un manejo integrado de plagas y enfermedades y manejo nutricional;
- Estrategia de consumo para el mercado nacional;
- Diversificación de cultivos.

Los productores eligieron que la tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos, manejo integrado de plagas-enfermedades y dar buen manejo nutricional a la planta tiene un costo de implementación medio y para su aplicación no se requiere de mucho tiempo, sin embargo, la efectividad para obtener resultados es alta. Los actores comentaron que esto se presenta así, debido a que ellos mismos pueden dar esta capacitación que se necesita, ya que cuentan con ayuda de personas expertas en el tema con las que trabajan en conjunto pero la tecnificación sería lenta, gracias a que se requiere de todo un proceso para pasar del aprendizaje a la aplicación. Por otro lado, las condiciones institucionales con las que se cuenta para impulsar las medidas de adaptación comentadas son adecuadas, ya que la SAGARPA les ha brindado apoyo para tratar de consolidarlas

Matriz 6 Priorización de medidas de adaptación: ante un escenario de precipitación con incremento de 14%

Temas de análisis	Medidas de adaptación propuestas	Nivel de urgencia de implementación (vulnerabilidad) (1,2, 3) Baja, media, alta	Costo de implementación (1,2 ,3) Bajo, medio, alto	Tiempo de implementación (1,2,3) Corto, medio, largo	Efectividad tiempo para obtener los resultados (1,2,3) Bajo, medio, alto	Condiciones institucionales (1,2,3) Adversas, adecuadas, propicias
1.- Superficie sembrada	Implementación de macrotuneles	2	3	2	3	2
2.- Superficie cosechada	Implementación de macrotuneles	2	3	2	3	2
3.- Producción	Tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos y nutrición de la planta para contrarrestar la humedad	3	2	2	3	2
4.-Rendimiento	Manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica	2	1	2	2	1
5.- Exportaciones	Tecnificación y prevención por medio de un manejo integrado de plagas y enfermedades y manejo nutricional	3	2	2	3	2
6.- Ingreso	Estrategia de consumo para el mercado nacional	3	2	2	2	1
7.- Empleo	Diversificación de cultivos	3	3	2	3	2
8.- Pobreza	Seguro agrícola	2	2	2	3	3

Fuente: Elaboración propia con base al trabajo de campo realizado.

5. CONCLUSIONES

Comparando el comportamiento de los escenarios climáticos observados y proyectados bajo un contexto de gases de efecto invernadero A2, se observa que para el periodo 2010-2040 el clima sufrirá modificaciones. En concreto, las señales de CC presentan incrementos: 1.1°C para temperatura mínima, 0.7°C en cuanto a temperatura máxima y 14% en la precipitación.

Las estimaciones proyectadas puede ser que no sean muy elevadas, sin embargo, analizando cada escenario en su conjunto para las diferentes variables climáticas y no centrándonos únicamente en los valores medios, los productores estiman que sería de su mayor preocupación en cuanto a la variable temperatura los comportamientos de 18-21°C en temperatura mínima y 32-35°C en temperatura máxima, ya que con ello se esperarían impactos directos en toda la dinámica productiva del cultivo de la zarzamora.

Es por ello, que los efectos que generan cada una de las variables climáticas analizadas en la dinámica productiva de la zarzamora se distribuyen de la siguiente manera: con el cultivo se presentan impactos negativos en el suelo, en la planta, se incrementa la presencia de plagas y enfermedades, que derivan en la disminución de exportaciones, ingreso, empleo y aumento de la pobreza.

Cada uno de los impactos mencionados para las variables de estudio en los diferentes escenarios climáticos se calificó con un nivel de riesgo extremo y alto. Esto indica que se demanda atención urgente para cada uno de ellos, ya que podrían poner en peligro la dinámica productiva de la zarzamora.

En cuanto a las medidas de adaptación para cada uno de los escenarios climáticos, tomando en cuenta las características que tiene la dinámica productiva de la zarzamora las principales propuestas fueron las siguientes:

Implementación de macrotuneles, reforestación, cultura de control de calidad ante diferentes climas, inductores de resistencia técnica inducida para tratar el suelo, estrategia de consumo para el mercado nacional, dar valor agregado al producto, capacitación y asesoramiento técnico, tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos, nutrición de la planta para contrarrestar la humedad, manejo del suelo por medio de la implementación de materia orgánica, diversificación de cultivos, subsidios y un seguro agrícola.

Por otro lado, la priorización de las medidas de adaptación se relaciona con el nivel de urgencia de implementación para disminuir la vulnerabilidad de la dinámica productiva de la zarzamora ante el CC, en donde los productores consideraron que se deben de atender primero: los inductores de resistencia técnica inducida para dar tratamiento del suelo, manejo integral orgánico (tratamiento del suelo y biodiversidad), estrategia de consumo para el mercado nacional, diversificación de cultivos, subsidios, tecnificación para desarrollar prevenciones de hongos dañinos, nutrición de la planta para contrarrestar la humedad, tecnificación-prevención por medio de un manejo integrado de plagas y enfermedades y el manejo nutricional de la planta.

Por último, los cambios en las condiciones climáticas óptimas para el cultivo de la zarzamora en la región de estudio marcan una evidente vulnerabilidad de éste, misma que perjudica a toda su dinámica productiva y de no diseñarse una estrategia que permita hacer frente a este problema, todos sus componentes resultarán afectados y con ello el desarrollo económico del territorio se pone en riesgo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Bonales, J., y Lara, R. (2012). Modelos competitivos regionales. *INCEPTUM*, 229-269.
- CONAFOR (2013). *Bosques, cambio climático y REDD+ en México*. México.
- CONAGUA (2013). *Servicio Meteorológico Nacional*. Obtenido de <http://www.smn.cna.gob.mx>
- Campos, M., Herrador, D., Manuel, C., y McCall, M. (2013). Estrategias de adaptación al cambio climático en dos comunidades rurales de México y El Salvador. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 329-349.
- FAO y SAGARPA (2012). *México: el sector agropecuario ante el desafío del cambio climático*.
- García, C. (2011). El cambio climático: los aspectos científicos y económicos más relevantes. *Nomadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 1-28.
- Greenpeace (2005). *México ante el cambio climático. Evidencias, impactos, vulnerabilidad y adaptación*. México.
- Infante, Z., y Trueba, R. (2014). Innovaciones agrícolas para impulsar el desarrollo sustentable en Los Reyes, Michoacán: el caso de la zarzamora. *DELOS. Desarrollo Local Sostenible*, 1-17.
- IPCC (2000). Intergovernmental Panel on Climate Change. *Emissions scenarios*.
- IPCC (2007). Cambio Climático 2007: Informe de Síntesis. Contribución de los Grupos de Trabajo I, II y III al Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático, Cambridge University Press.
- Magaña, V. (2010). *Guía para generar y aplicar escenarios probabilísticos regionales de cambio climático en la toma de decisiones*. México: Centro de Ciencias de la Atmósfera de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- SIAP (2003-2012). *Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación* (SAGARPA). Recuperado el 7 de 05 de 2013, de Anuario Estadístico de Producción Agrícola: Disponible en http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp
- SNIM (2014). *Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal*. Obtenido de <http://www.snim.rami.gob.mx>
- Toledo, H. C., Ordaz, L. R., Aguilar, A. E., y Minero, S. R. (2010). Contribución para la formulación del Plan de Acción ante el cambio climático del estado de Michoacán. México.