

Sistemas bioculturales ante el cambio climático: la reproducción social campesina en Teponahuasco, Jalisco¹

Manuel Antonio Espinosa Sánchez²
manuelantonioespinosa@gmail.com

Resumen

La comunidad de Teponahuasco en Cuquío, Jalisco, con origen étnico prehispánico, ha expresado su territorialidad partiendo de su matriz cultural para conformar un conjunto de sistemas bioculturales en los que prácticas, conocimientos, estrategias y tecnologías asociadas al manejo de su medioambiente son aplicados en la conformación de pisos agroecológicos que han permitido su reproducción social. Los impactos del cambio climático sobre tales sistemas bioculturales revelan distintos niveles de resiliencia y el desarrollo de estrategias de adaptación campesina. Mediante cartografía participativa, así como entrevistas a informantes y talleres con ejidatarios, se analizan las nuevas estrategias de reproducción social. Se encuentra que el cambio climático ha venido a ejercer presión sobre la configuración biocultural del territorio pero que, por su carácter diversificado e integrado al ecosistema, los distintos pisos agroecológicos han sufrido transformaciones mínimas a pesar de la fuerte variabilidad climática; sin embargo, los mayores cambios en el territorio responden al tránsito de la matriz cultural originaria hacia una cultura moderna u occidental, es decir, al progresivo abandono de los sistemas bioculturales tradicionales para el establecimiento de sistemas monoproductivos, principalmente de maíz y de ganado bovino, y a una subsistencia con base en actividades económicas no agropecuarias.

Palabras clave: agroecología, milpa, cuamil, agroecosistemas.

Abstract

The community of Teponahuasco in Cuquío, Jalisco, with prehispanic ethnicity, has expressed its territoriality from its cultural matrix to form a set of biocultural systems in

¹ Fecha de recepción: 25 de agosto de 2018. Fecha de aceptación: 15 de diciembre de 2018.

² Sociólogo y Maestro en Gestión y Desarrollo Social por la Universidad de Guadalajara. Doctor en Agroecología por la Universidad Nacional Agraria en Managua, Nicaragua y Doctor en Desarrollo Social por la Universidad Autónoma Metropolitana en la Ciudad de México. Es miembro de la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología, de la Asociación Mexicana de Estudios Rurales, de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y de la Red Temática para el Patrimonio Biocultural del Conacyt.

which practices, knowledge, strategies and technologies associated with the management of their environment are applied for the conformation of agroecological niches that have allowed their social reproduction. The impacts of climate change on such biocultural systems reveal different levels of resilience and the development of peasant adaptation strategies. Through participatory cartography, as well as interviews with informants and workshops with peasants, the new strategies of social reproduction are analyzed. It is found that climate change has come to exert pressure on the biocultural configuration of the territory but, due to its diversified character and integration to ecosystem, the different agroecological levels have undergone minimal changes despite the strong climatic variability; however, the major changes in the territory respond to the transition of the ancient cultural matrix towards a modern or Western culture, that is, to the progressive abandonment of traditional biocultural systems for the establishment of monoproduktive systems, mainly corn and cattle, and a subsistence based on non-agricultural activities.

Key words: agroecology, milpa, cuamil, agroecosystems.

Introducción

Los efectos de cambio climático pueden afectar de forma significativa las perspectivas de crecimiento de los países en desarrollo y comprometer sus expectativas de cara a la Agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en tanto faltan 12 años para alcanzar los 17 objetivos establecidos y se continúa apreciando concentraciones cada vez mayores de gases de efecto invernadero, así como otros fenómenos correlacionados (ONU, 2018; Burke et al., 2015; Estrada, 2015; Estrada et al., 2015; IPCC, 2014; Magaña, 2010; Estrada y Martínez, 2011; Weitzman, 2009; Stern, 2007).³

Analizar las alternativas socialmente viables y pertinentes, dadas las circunstancias en cada territorio, de mitigación y adaptación al cambio climático⁴ resulta una tarea urgente

³ “En el caso de México, el valor presente de los costos de cambio climático acumulados durante el presente siglo sería comparable a entre 50% y 100% del PIB actual utilizando la función de impacto del RICE y entre 130% y 250% si se considera la persistencia de los impactos (RICE-P). Estas estimaciones contrastan fuertemente con aquellas en La Economía del Cambio Climático en México (SEMARNAT-SHCP, 2010), en donde el valor presente de los impactos acumulados durante el siglo representa tan sólo el 6% del PIB actual”, (Estrada, 2016: 146-148).

⁴ Siguiendo a Barton (2009), por mitigación al cambio climático se entienden las acciones realizadas por los individuos y entidades para reducir sus emisiones de GEI mediante cambios de tecnologías y reconversión

(Conde y Saldaña, 2007). Dado que ciertos sistemas de reproducción social son más resilientes al cambio climático que otros (AECID, 2018), esta investigación se propuso encontrar las prácticas, conocimientos, estrategias y tecnologías asociadas al manejo de su medioambiente más adecuadas en el contexto del cambio climático para el caso de la comunidad rural de Teponahuasco en el municipio de Cuquío, Jalisco, y que pueden ser útiles para otras comunidades.

El estado de Jalisco cuenta con un Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático, según ese programa la segunda fuente de emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) más importante es la agricultura por el uso intensivo de agroinsumos dependientes de energía fósil, la ganadería por las emisiones de dióxido de carbono y metano propias del ganado bovino y porcino y, finalmente, el cambio de uso de suelo forestal hacia otros usos que redundan en pérdida de capa vegetal que fije carbono en la biomasa. A su vez, la población rural y campesina es más vulnerable a los efectos del cambio climático, en parte por su condición socioeconómica y también por su dependencia de los ciclos meteorológicos (SEMADET, 2018).

Por lo anterior, se analiza en el primer apartado el fenómeno del cambio climático en Jalisco, tanto las fuentes de emisión como los impactos, para posteriormente explicar los sistemas bioculturales campesinos en Teponahuasco. En un segundo apartado, se describen los cambios sufridos en dichos sistemas de reproducción social, los vectores del cambio y se analiza el conjunto como potenciales estrategias de mitigación y adaptación. Se encuentra que la resiliencia de los sistemas bioculturales, establecidos hasta antes de 1980, según afirman miembros de esta comunidad con origen prehispánico,⁵ era mayor en comparación con la configuración actual.

energética hacia fuentes no contaminantes. La adaptación, en cambio, "se refiere al ajuste en los sistemas naturales, en los de creación humana, o en ambos, como respuesta a los estímulos climáticos y sus efectos actuales o esperados, ajustes que podrían moderar los daños ocasionados e incluso explotar oportunidades de beneficio" (CEPAL, 2009: 63).

⁵ No es clara la adscripción étnica del asentamiento poblacional en Teponahuasco. Al respecto, Goyas (2018) explica: "A pesar de que Philip Wayne Powell ubica geográficamente a los indígenas tecuexes y cazcanes habitantes de la zona de estudio dentro de las "naciones" del norte que conformaron la Gran Chichimeca, una hipótesis planteada en este trabajo es que se trata de una zona de transición con mucha influencia de las civilizaciones mesoamericanas; por tanto, su complejidad va de la mano con dicha caracterización. Los cazcanes, por ejemplo, eran un grupo parcialmente nómada, pero básicamente político como los mexicanos, con centros políticos y religiosos importantes en Tlaltenango, Juchipila y Teocaltiche. Luego de la Guerra del Mixtón (1541-1542), cazcanes y tecuexes sufrieron el ataque de otras naciones, debido a que auxiliaron a los españoles en su avance hacia el norte, después de su total pacificación, sirvieron también como mano de obra

Se concluye que la modernización agropecuaria en la comunidad, después de 1980, es decir, la ganaderización y el monocultivo de maíz, vino a debilitar la resiliencia de la reproducción social de las familias en Teponahuasco que, ante la falta de ingresos monetarios suficientes, han tenido que dedicarse a otras actividades no agropecuarias y emigrar a los EEUU. Una vía posible para la mitigación y adaptación al cambio climático en Jalisco pueda ser el rescate de los sistemas bioculturales campesinos como estrategia de reproducción social porque al practicar una agricultura integrada al medioambiente y biodiversificada no sólo se aprovechan los servicios ambientales propios de un ecosistema restaurado sino que se fomenta la producción agropecuaria de bajas emisiones de GEI, de alto nivel de inocuidad y sanidad, y se incentiva la producción alimentaria como medio sostenible de vida en el campo.

Los sistemas bioculturales campesinos ante el cambio climático

El cambio climático es un fenómeno con origen antropogénico que se manifiesta en una transformación de los patrones de precipitación y temperatura. Su efecto, sobre los recursos hídricos y la temperatura ambiental es una de las principales preocupaciones en México que, por su ubicación geográfica y dadas las condiciones socioeconómicas de su población, es vulnerable al calentamiento global, ya que sufriría notables modificaciones en su ciclo hidrológico y esto redundaría en la disponibilidad y calidad del agua, acorde a Arreguín *et al.* (2015).

Para el caso de esta investigación:

Jalisco es un Estado altamente vulnerable a las consecuencias del cambio climático no solo por contar con una gran diversidad biológica y ser limítrofe con el Océano Pacífico, sino porque cuenta también con una actividad importante agrícola e industrial (...) El cambio climático también afecta a las poblaciones indígenas, amenazando su forma y calidad de vida, salud, territorio y recursos. Estas comunidades dependen de los ecosistemas naturales para abastecerse de alimento o bien, para fines productivos como la pesca, caza y cosecha con la

de repartimiento para estancias y haciendas locales y para la construcción de algunas iglesias del centro alteño. Durante el siglo XVI, en el territorio que hoy se conoce como Los Altos de Jalisco —comprendidos de modo por demás esquemático en las alcaldías mayores de Lagos y de Poncitlán, además de los corregimientos de Cuquío y Tepatitlán—, hay constancia de que al menos 17 pueblos desaparecieron, mientras que 37 congregaciones indígenas sobrevivieron a la etapa colonial. En términos generales, subsistieron dos de cada tres pueblos registrados en el área de estudio. Sin embargo, los datos cuantitativos no ayudan a entender con detalle lo que sucedió en la región, máxime si consideramos las lagunas de información que frecuentemente se tienen en materia histórica”. Consecuentemente, la gente de Teponahuasco se auto adscribe como “indígena” y los cuquienses los identifican como descendientes de pueblos originarios al llamarlos como “los indios de Teponahuasco”.

finalidad de generar oportunidades económicas que ahora se ven amenazadas por el cambio climático (SEMADET, 2018: 12).

Para 2017, la valoración sobre la vulnerabilidad que se realiza de los municipios del estado ante los diversos efectos del cambio climático son principalmente de alta y muy alta, según la SEMADET (2018).⁶ Siendo el cambio climático consecuencia de las actividades antropogénicas, las emisiones de gases con efecto invernadero (GEI) en Jalisco para 2014 sumaron 28.4 millones de toneladas en unidades de bióxido de carbono equivalente (CO₂ eq.),⁷ el 60% de este inventario corresponde a emisiones por concepto de energía (transporte, manufactura y otras)⁸ y 19% al sector de Agricultura, Forestal y Cambio de Uso de Suelo (AFOLU, por sus siglas en Inglés), donde la principal fuente de emisión es la ganadería, que contribuye con el 65% (3,571 Gg CO₂e) y cuyas emisiones se derivan principalmente del ganado porcino y vacuno (95% de la subcategoría fermentación entérica); resultando que las emisiones *per cápita* del Estado para ese año fueron de 3.63 tCO₂e (SEMADET, 2018: 20-25).

A su vez, el estado de Jalisco destaca no sólo por su actividad agrícola, que lo coloca entre los primeros cinco lugares a nivel nacional, sino por su sobresaliente papel en la producción de maíz, ya que en 2013 ocupó el segundo lugar en ese renglón (Castañeda *et al*, 2014).⁹ No obstante, la producción agrícola, especialmente del maíz, se encuentra dentro de las actividades agropecuarias más vulnerables a los efectos del cambio climático (Rodríguez *et al*, 2017; Ballesteros *et al*, 2011; Tinoco *et al.*, 2010; Ruíz *et al.*, 2000).

De esta forma, la actividad agrícola, especialmente la ganadería, y el cambio de uso de suelo forestal resultan altamente generadores de GEI que, a su vez, aceleran el cambio climático y cuyos efectos vulneran la producción de maíz blanco, entre otros cultivos, y pone en riesgo los medios de vida de unos 100 mil agricultores jaliscienses.¹⁰

⁶ La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación, y se considera como el nivel en el que un sistema es susceptible o no es capaz de enfrentar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos (SEMADET, 2018).

⁷ Gas que existe espontáneamente y también como subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales. Es el gas de efecto invernadero antropógeno que más afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra (SEMADET, 2018).

⁸ Es decir, la quema de combustibles fósiles para la producción de energía que se destina al transporte, manufactura, etcétera.

⁹ 2,753 millones de toneladas de maíz blanco, con un rendimiento promedio de 5.62 ton/ha (SIAP, 2018).

¹⁰ Estimación con base en SIAP (2018).

Por lo anterior, una de las estrategias más relevantes de mitigación ante el cambio climático consiste en la recuperación de capa forestal para la absorción, captura y retención de carbono (CONAFOR, 2013), así como prácticas sustentables en la ganadería mediante la retención de GEI a través de biodigestores, pastoreo planificado, ganadería extensiva y silvopastoril y otras ecotecnias (Buitrago *et al*, 2018). Sin embargo, la reconversión de la agricultura convencional hacia una de carácter agroecológica presenta enorme potencial de reducción de GEI:

mediante la sustitución de fertilizantes sintéticos nitrogenados en los cultivos, por biofertilizantes (...) la agricultura de la conservación que se basa en el fortalecimiento de la biodiversidad mediante la reducción de cultivo, cobertura del suelo con los residuos del cultivo previo y siembra rotativa de cultivos; esta práctica mejora la agregación del suelo y aumenta la infiltración, por lo que se conserva más humedad, hay mayor disponibilidad de agua para los cultivos y reduce la erosión del suelo (SEMADET, 2018: 38).

De esta forma, la agricultura campesina y originaria, o agroecología, la que establece policultivos y sistemas agroalimentarios biodiversificados e integrados a los ecosistemas (Altieri y Toledo, 2011) constituye, por un lado, una estrategia de mitigación de GEI porque reduce el uso de agroinsumos producidos con energía fósil -a la vez que permite mayor retención de captura de carbono y la recuperación de la fertilidad del suelo- y, por otro, establece mecanismos de adaptación socio-ecológica al cambio climático por lo que la recuperación y la sistematización de los conocimientos, tecnologías, estrategias y prácticas asociadas a la agroecología supera a la adaptación basada en ecosistemas (Lhumeau y Cordero, 2012)¹¹ y a la adaptación basada en comunidades (Reid *et al*, 2009).¹²

En los últimos 40 años, la agroecología ha desarrollado diversas vertientes analíticas que convincentemente han demostrado que los agro-ecosistemas campesinos, heredados de matrices culturales prehispánicas, en comparación con los sistemas agropecuarios industriales, son energéticamente más eficientes porque requieren de menos agro-insumos originados con combustibles fósiles (Valdés *et al*, 2009; Llosa *et al*, 2006), manejan

¹¹ En este enfoque, se recurre al manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proveer servicios ambientales que permitan a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático. Su desventaja es que requiere medidas de mediano y largo plazo, además de contar con algunos fondos de inversión.

¹² Este enfoque supone colocar de manera central en el análisis las necesidades y percepciones de la comunidad y procurar sinergias para atajar la vulnerabilidad al cambio climático. Su desventaja es que, ante los imperativos por subsistir, las comunidades anteponen sus necesidades económicas inmediatas por encima de las capacidades de regeneración del medioambiente, resultando estrategias insostenibles a mediano y largo plazo.

sustentablemente la biodiversidad al integrarse a los ciclos tróficos, climáticos y ambientales de los ecosistemas (Stupino *et al*, 2014; Altieri, 1992), ofrecen retornos económicos sostenibles a largo plazo porque no deterioran el suelo y se impulsan de los servicios ecosistémicos de la agrobiodiversidad (Uzcátegui *et al*, 2017; Machado y Ríos, 2016; Rucoba y Munguía, 2013; Canabal *et al*, 1989), reducen las emisiones de GEI y capturan o fijan carbono en el suelo al producir más biomasa acumulada (Saynes *et al*, 2016; Fernández *et al*, 2009), aumenta la resiliencia comunitaria ante al cambio climático porque las unidades productivas toleran mejor sequías, inundaciones y temperaturas extremas (Córdoba, 2016; Altieri y Nicholls, 2013; Márquez y Funes, 2013) y fomentan el desarrollo social comunitario desde la identidad cultural endógena (Casas *et al*, 2009; Valdés, 2003).

Una vertiente dentro de los estudios agroecológicos corresponde a los realizados por transdisciplinas que entrelazan a las Ciencias Sociales con las Ciencias de la Vida (Toledo, 2002), como la Etnobotánica (Berkes, 1999), la Etnoecología (Toledo y Cháires, 2012), la Antropología ecológica (Reyes y Martí, 2007) y la Socioecología que en México se han centrado en el estudio del patrimonio biocultural de los pueblos originarios o indígenas (Boege, 2010).¹³

Los estudios sobre el patrimonio biocultural han demostrado que los pueblos originarios y comunidades rurales con ascendencia prehispánica imprimen su identidad en la configuración de su territorio (Toledo y Barrera, 2008), de tal forma que sus agroecosistemas a la vez que son despliegues identitarios en el territorio permiten la conservación de la biodiversidad (Toledo *et al.*, 2001), toda vez que establecen agrodiversidades como medios de vida sustentable y de reproducción social territorial, mismos que se encuentran a lo largo de toda la República Mexicana:

¹³ Es el manejo y apropiación de la diversidad biológica de los grupos étnicos, pueblos originarios y ancestrales y comunidades rurales que, desde su matriz cultural, expresan su cosmogonía en su medioambiente y ello implica desde semillas a paisajes, donde la agrodiversidad y la biodiversidad son un continuum identitario en el territorio; se caracterizan por prácticas, estrategias, conocimientos y tecnologías aplicadas a la naturaleza que son transmitidas de generación en generación con ciertas adaptaciones e innovaciones. El patrimonio biocultural en México halla su marco jurídico en el Art. 2 Constitucional, en el Convenio no. 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes de la OIT, en el Convenio sobre la diversidad biológica de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, en la Convención para la salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial. UNESCO, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en la Ley de Patrimonio Cultural del Estado de Jalisco y sus municipios. Los autores precursores de estos estudios en México son el historiador Jan de Vos, el antropólogo Guillermo Bonfil Batalla y el agroecólogo Efraín Hernández Xolocotzi.

Para ilustrar los distintos tipos de sistemas se revisan el *tlacolol* de Guerrero, la *kool* de la Península de Yucatán, el *metepantle* de Tlaxcala, las *chinampas* del Valle de México, el *calal* del suroeste de Tlaxcala, el sistema *milpa-cactáceas* columnares del Valle de Tehuacán, el *huamil* en Guanajuato, los *oasis* de la Península de Baja California, el *kuojtakiloyan* en la Sierra Norte de Puebla, el *te'om* en San Luis Potosí, los *cacaotales* de la Chontalpa en Tabasco y del Soconusco en Chiapas, el *ekuario* de Michoacán, los *patios* de Oaxaca y los *solares* de Puebla y Yucatán (Moreno, Toledo y Casas, 2013: 375).

Para el caso de esta investigación, en Teponahuasco, en el estado de Jalisco, no es diferente pues el término usado para el agroecosistema biodiversificado e integrado se llama *cuamil* o *coamil* y está compuesto principalmente por maíz, frijol y calabaza (Figura 1).¹⁴

Figura 1. Fotografías de cuamiles o coamiles en Teponahuasco



Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 2, la disposición espacial del territorio en Teponahuasco usualmente incluye al cuamil adjunto a la vivienda en el espacio trasero que no se construye y su extensión depende del tamaño del predio del que se disponga. Adicionalmente, se podrá

¹⁴ El *cuamil* supone también *quelites*, como verdolagas, chayote y tomate milpero. Se establece en laderas cerriles y traspacios de las casas, no superan 5 mil metros cuadrados, la producción es familiar y se destina al autoconsumo, se obtienen rendimientos promedio por hectárea de una tonelada de maíz, 150 kilogramos de frijol, 300 kilogramos de calabaza y 50 kilogramos de otros alimentos.

contar con otro pequeño cuamil en la ladera del cerro, en donde se podrá sembrar frijol y maíz, y finalmente, si se es miembro del Ejido de Teponahuasco, podrá sembrarse la parcela, de entre tres y diez hectáreas de maíz blanco bajo la modalidad de monocultivo. Cuando se cuenta con una propiedad de más de diez hectáreas, entonces la parcela se convierte en un potrero sembrado con pasto forrajero, como rodex o estrella, para alimentar al ganado bovino.

Figura 2. Mapa actual de Teponahuasco que muestra la disposición espacial típica del cuamil



Fuente: Elaboración propia a partir de Google.

Durante el trabajo de campo en la comunidad, se encontró que ejidatarios, cuamileros y ganaderos distinguen al inicio de la década de los ochenta como un hito social y ecológico que marca un antes y después en la configuración territorial de Teponahuasco:

Mire, era más o menos 1980 cuando empezamos a usar la Urea o el abono, como le decimos. Ya se veían desde antes los tractores y empezamos a rentarlos y a dejar nuestros bueyes para sembrar. Unos, empezaron a vender sus tierras de ejido y otros compraban con lo que traían del Norte, y compraron sus vaquitas. En fin, se empezó a ver un cambio en Tepo que antes no se veía. Las casas dejaron de ser de adobe para ser de ladrillo y poco a poco empezamos a usar maíz mejorado y dejamos los cuamiles. Fue algo que vimos bien pues nosotros, como indios, estábamos muy atrasados (Entrevista a J. Calamateo, Teponahuasco/10/11/18).

Habiéndose realizado seis recorridos para construir dos mapas participativos que fueron enriquecidos mediante cuatro talleres de análisis con ejidatarios, cuamileros, ganaderos e informantes clave, se construyó la siguiente Figura 3 que da cuenta de cinco componentes de los agroecosistemas que son relieve del suelo, cultivos establecidos o producción, disponibilidad de agua, ecosistema y disposición territorial.

Figura 3. Mapa participativo de Teponahuasco hasta 1980 y después de 1980



Fuente: Elaboración participativa a partir de Google.

Los cambios sustanciales en Teponahuasco en la década de los ochenta responden al cambio en el uso del suelo, esto es, la deforestación de la vegetación multiestrato conformada por encinos, robles, palobobos, zapotes, pinos, tepames y especies arbustivas como los huizaches y diversas cactáceas, en donde se intercalaba el cuamil, para dar pie a la agricultura del monocultivo, la ganadería y sus agostaderos. Como consecuencia inmediata, se aprecia una pérdida hídrica de flujos superficiales y, por ello, la necesidad de establecer bordos para captación de agua pluvial para el consumo del ganado bovino.

Acorde a la comunidad de Teponahuasco, hasta 1980 era posible encontrar cuatro tipos de agroecosistemas, uno de traspatio, otro forestal, otro acuático y por último, otro de llano o planicie. En la Tabla 1 se describe cada uno de estos agroecosistemas constitutivos del territorio. Posterior a ese año, el agroecosistema de llano o planicie desapareció para dar lugar, por un lado, al monocultivo de maíz blanco, bajo criterios de paquete tecnológico que requiere semilla mejorada, agroinsumos, fertilizantes químicos y maquinaria agrícola, y por otro, para conformar extensiones de potreros de pastoreo sembrados con pastizales para la crianza y engorda de ganado bovino. Similar es lo sucedido con el agroecosistema forestal que dio paso a potreros de pastoreo y, consecuencia de la pérdida de cobertura forestal, desaparecieron los agroecosistemas acuáticos.

Tabla 1. Descripción de los agroecosistemas en Teponahuasco

Tipo de agroecosistema	Descripción
Agroecosistema de traspatio o cuamil de traspatio	<p>Este agroecosistema supone el establecimiento del sistema milpa, compuesto por maíz criollo, frijol y calabaza o chilacayotes, y está adecuado a la dinámica de reproducción familiar, en donde la mujer tiene un papel preponderante en la disposición, cultivo y manejo de las especies que se establecen en el traspatio. La fuerza de trabajo que mantiene este cuamil incluye a niños y niñas, así como a los abuelos. La disponibilidad del agua y del tamaño del traspatio son las limitantes en este agroecosistema, pues el reciclaje de biomasa y el uso de las excretas pecuarias como abonos permiten excelente fertilidad del suelo.</p> <p>Además de la milpa se tienen animales domésticos, y prácticamente el total de la producción es para el autoconsumo de la familia y de sus animales de tiro o carga como bueyes, vacas, mulas y burros, así como para las aves como gallinas, patos y guajolotes bajo sistema de libre pastoreo. En muchos casos, también se mantenían en un pequeño corral cerdos, chivos y borregos, uno o dos, de cada especie.</p> <p>Finalmente, este agroecosistema incluye una variedad de árboles frutales, a veces injertados, como manzanos, higos, duraznos, nísperos, limones, mandarinos, plátanos, mangos, aguacates, guayabos, entre otros, y algunas plantas con frutos comestibles, medicinales o condimentos como chayote, chile, tomate de cáscara, hierbabuena, manzanilla, ruda, diente de león, planta del sapo, orégano, sábila, estafiate, mejorana, menta, romero, epazote, lavanda y caléndula, entre otras.</p> <p>Los rendimientos de este cuamil ascienden en promedio por hectárea a una tonelada de maíz, 150 kilogramos de frijol, 300 kilogramos de calabaza y 50 kilogramos de otros alimentos. Este agroecosistema de traspatio aún se conserva a la fecha y, con alguna reducción en la agrobiodiversidad, continúa siendo un establecimiento agropecuario clave para la alimentación familiar y medio estratégico para la reproducción social.</p>
Agroecosistema forestal o cuamil de ladera	<p>Se cultiva maíz criollo, frijol y calabaza bajo el sistema milpa, principalmente está a cargo el hombre y la familia usualmente no participa en estos cultivos. La producción se destina, en menor parte, al autoconsumo y principalmente a la venta local. Este cuamil se combina con el aprovechamiento del bosque, se extrae leña, madera y carbón. Este agroecosistema se estableció al interior del monte, en laderas o en planicies cerriles que se encuentran rodeadas de encinos, robles, palobobos, zapotes, pinos, tepames, huizaches, nopales, órganos, maguey pulquero. También se aprovechan las raíces y tubérculos, los hongos y los quelites que de forma silvestre ahí se reproducen dentro del bosque o monte y dentro del cuamil.</p> <p>Conforme avanzó el proceso de deforestación, el agroecosistema forestal se fue perdiendo para dar lugar al agroecosistema de ladera que se caracteriza por un suelo empobrecido por efecto de la erosión pluvial pues al carecer de vegetación a su alrededor las escorrentías pluviales fueron incidiendo en el estado del suelo agrícola. Aunque el sistema milpa tiene la ventaja de retener más la humedad y, por efecto del frijol, lograr la fijación de Nitrógeno, sus rendimientos por hectárea son entre un 30% y 50% menores en comparación con el cuamil de traspatio.</p> <p>Finalmente, al paso del tiempo, los cuamiles de ladera fueron dando paso otro uso de suelo, esto es, a la siembra de pastizales para alimentar al ganado bovino en condiciones de libre pastoreo. En los años en que el potrero se descansa, los cuamileros aprovechan ciertas áreas, sin pastizales, para establecer sus policultivos.</p>
Agroecosistema acuático o bordos	<p>El agroecosistema acuático, conformado por arroyos y ojos de agua que nacían en las partes superiores de los cerros y cruzaban el asentamiento poblacional para seguir su curso hasta más allá de las zonas planas de Teponahuasco, constituyeron trazos superficiales a lo largo de los cuales las familias se fueron asentando de manera más o menos regular, dada la importancia de contar con el líquido vital y aprovechar la biodiversidad adjunta al flujo hídrico.</p>

	<p>El aprovechamiento de los arroyos y ojos de agua no sólo implicaba uso del agua corriente para las actividades domésticas y para que los animales bebieran, sino también constituían zonas de pesca, caza y recolección de flora y fauna; sea para alimentación o para fines medicinales. Se pescaban peces como mojarras y tilapias, se atrapaban ranas comestibles y eran cazados mamíferos muy valorados como el venado, el jabalí, el tlacuache y el armadillo. Hongos comestibles, plantas medicinales y patos eran recolectados o cazados, según las temporadas del año y las necesidades familiares. Toda la familia tomaba parte en el aprovechamiento, uso y cuidado de las aguas superficiales. Conforme la deforestación avanzó y la población aumentó, los cauces hídricos dejaron de ser permanentes para ser estacionales y, eventualmente, actualmente, únicamente se aprecian veneros y fuertes escorrentías durante la lluvia. Desaparecieron los arroyos y ojos de agua, y en su lugar se establecieron bordos con el uso de maquinaria pesada o manualmente que son destinados a fines pecuarios durante las estaciones secas del año, una vez que han captado alguna escorrentía ocasionada por las lluvias. En algunos bordos aún se pesca y caza, pero la recolección de hongos y de plantas comestibles y medicinales se ha perdido. La mala calidad del agua difícilmente la hace apta para uso doméstico.</p>
<p>Agroecosistema de llano o planicie y monocultivos o potrero de pastoreo</p>	<p>Aunque hasta 1980 en Teponahuasco las tierras ejidales eran sembradas bajo el sistema milpa, a veces se podían establecer monocultivos de maíz criollo haciendo uso de animales de labranza y aplicando excretas de origen pecuario como fertilizante. Estos establecimientos productivos estaban rodeados de especies forestales como encinos, robles, palobobos, zapotes, pinos, tepames, huizaches, nopales, órganos, maguey pulquero, entre otros. También se aprovechaban diversos productos alimenticios o medicinales como hongos de llano, guariches (miel de abeja silvestre), manzanilla silvestre y eucalipto. Una vez levantada la cosecha, el venado, el jabalí y las palomas huilotas llegaban a comer y se aprovechaba para su cacería.</p> <p>Posterior a 1980, aproximadamente, siendo accesible para los ejidatarios y cuamileros los paquetes tecnológicos y la maquinaria agrícola, abandonaron el uso del sistema milpa y de la siembra con bueyes y yunta para convertirse en agricultores modernos que procedieron a una mayor deforestación de estas zonas planas del territorio en Teponahuasco. Las unidades productivas planas permitieron el uso de agromaqunaria para la producción de maíz mejorado en monocultivo, uso de fertilizantes nitrogenados y agroquímicos. Esta producción en monocultivo de maíz es excedentaria se comercializa localmente o se usa como forraje, obteniéndose rendimiento que fueron de las dos toneladas por hectárea hasta las ocho toneladas, actualmente. Los monocultivos son establecidos por los hombres y no hay, en lo absoluto, participación familiar alguna en la fuerza de trabajo pues, en su mayoría, emplea a jornaleros que trabajan por día.</p> <p>Cuando la fertilidad del suelo decayó o hubo medios económicos para ampliar la unidad productiva y hacerla de mayor superficie, se prefirió el establecimiento de potreros de pastoreo para la crianza y engorda del ganado bovino.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Estos agroecosistemas se encuentran interrelacionados entre sí. Esto resulta evidente cuando se analiza la configuración territorial desde la perspectiva del transecto, mismo que se elaboró de manera participativa con los ejidatarios, cuamileros y líderes comunitarios, especialmente ancianos que recuerdan claramente el estado y formas de apropiación espacial antes de 1980 (Figura 4) y posteriormente (Figura 5).

Figura 4. Transecto participativo del territorio de Teponahuasco hasta antes de 1980

Hasta 1980				
	Arroyo y ojo de agua	Llanos	Laderas	Cerros
Suelo	De tepetate y se extraían algunos materiales ornamentales y barro para la alfarería.	Con muy mucho suelo orgánico y fértil, con cierta pendiente pero predominantemente plano, apto para viviendas y agricultura de temporal y humedad residual.	Casi sin materia orgánica se ha deteriorado por acción de agua y viento. Zonas pedregosas y rocosas. Algunos manchones con suelo apto para agricultura de ladera tipo cuamili o policultivo.	Suelos pobres en materia orgánica aunque rico en microorganismos, conservado por la capa vegetal y humedad residual.
Agua	Contenían agua cristalina y bien oxigenada apta para lavar ropa y para bañarse y se establecían en el cauce de arroyos y ojos de agua.	En época de lluvias se forman arroyos y veneros que llenaban bordos con agua corriente de lluvia.	Permiten la escorrentía durante las lluvias y sus cárcavas nutren arroyos que desembocan en bordos.	Existían algunos ojos de agua todo el año que permiten tener agua, la escorrentía pluvial alimentaba arroyos y riachuelos que llenaban los bordos.
Hábitat	Ecosistema adecuado para mamíferos, reptiles, peces, aves, insectos etc. Crecimiento de plantas comestibles y medicinales. Fuente de agua para consumo humano y doméstico.	Adecuado para la existencia de madrigueras de mamíferos, reptiles e insectos diversos. Vegetación no frutal y frutales silvestres y domésticos. Todo el año permanecen arroyos aunque con cauce menor.	Se encuentran algunas madrigueras y muchos insectos, así como alacranes y otros porzoñosos.	Adecuado para la existencia de madrigueras de mamíferos, reptiles e insectos diversos. Vegetación no frutal y frutales silvestres. Todo el año permanecen arroyos aunque con cauce menor.
Animales	Animales silvestres y domésticos abrevaban en los bordos. Se pescaba mojarras, bagre, tilapia y otros, se cazaban patos silvestres, ranas y mamíferos diversos.	Habita el venado, jabalí, tejón, conejo, liebre, coyote, gato montés, tiacuache, zorrillo, etc. Apto para viviendas que permiten movilidad de fauna silvestre coexistente con domésticos. Los animales domésticos que pueden pastorear en llanos y laderas eran cerdos, chivos, becerros, gallinas y guajolotes de manera libre. En época de lluvias, era posible practicar la pesca y la caza de diversas especies de animales comestibles y medicinales.		
Plantas	Plantas medicinales y arbustos crecían en los bordos y allende arroyos que protegían la humedad corriente.	Bosque de roble y encino con matorrales como huizaches y cactáceas como nopales y maguey mezclado con pasto natural que se extendían desde las planicies hasta el cerro o monte. En algunas laderas estaban concentrados los magueyes de donde se extrae el aguamiel, así como nopales con y sin tunas. Se encuentra el alimento de mamíferos como la bellota del roble, encino, flor de palobobo y otras. También era común encontrar plantas, raíces y hongos medicinales y de consumo humano.		

Fuente: Elaboración propia.

La modernización rural en Teponahuasco implicó el abandono de las configuración agroecosistémicas integradas a la biología y geografía del territorio que se caracterizaban por un *continuum* agroecológico -altamente biodiverso- de plantas y animales entrelazadas por los diversos pisos agroecológicos que los accidentes orográficos posibilitan y que se convierten en nichos biológicos en donde se reproduce flora y fauna, doméstica y silvestre, manejada en beneficio del asentamiento humano y en los que el despliegue de conocimientos, prácticas, estrategias y tecnologías heredadas a las familias por generaciones anteriores permitió por muchos años su reproducción social.

Figura 5. Transecto participativo del territorio de Teponahuasco después de 1980

	Bordo	Llanos	Laderas	Cerros
Suelo	De tepetate. Muchos se encuentran azolvados y ya no hay materiales para alfarería.	Con poco suelo fértil se usa para viviendas y agricultura de temporal y humedad residual. En algunos lotes se hace agricultura de traspato tipo cuamil o policultivo	Casi sin materia orgánica se ha deteriorado por acción de agua y viento. Zonas pedregosas y rocosas. Algunos manchones con suelo apto para agricultura de ladera tipo cuamil.	Suelos frecuentemente erosionados poco conservado por la capa vegetal y sin humedad residual.
Agua	Agua turbia casi todo el año. No apta para lavar ropa ni para bañarse, se usa maquinaria pesada para establecerlos.	Sólo en época de lluvias se forman arroyos y veneros que llenan bordos con agua corriente de lluvia. El resto del año las afluentes se secan.	Permiten la escorrentía durante las lluvias y sus cárcavas nutren arroyos que desembocan en bordos.	Desaparición de ojos de agua y fuertes escorrentías pluviales alimentan arroyos y llenan los bordos.
Hábitat	Ecosistema poco adecuado para mamíferos, reptiles, peces, aves, insectos etc. Fuente de agua para consumo pecuario, únicamente.	Alta urbanización y pérdida total de fauna y flora silvestre. Adecuado para animales y plantas domésticas.	Se encuentran algunas madrigueras y muchos insectos, así como alacranes y otros ponzoñosos.	Pérdida de bosque de roble y encino, así como biodiversidad silvestre de fauna y flora. Zonas erosionadas y carentes de humedad.
Animales	Pocos animales silvestres y muchos domésticos abrevaban en los bordos. Se practica la pescaba y se caza palo silvestre y paloma. La fauna natural se ha perdido.	Se pierde la diversidad de animales domésticos y se concentra en bovinos y otros menores de forma estabulada. Cada vez menos animales domésticos de traspato.	Habita el venado, jabali, tejón, conejo, liebre, coyote, gato montés, tiacuache, zorrillo, etc. que son cazados y que se hallan autocontentidos en cerros y laderas, así como en su movilidad. Se tienen zonas de laderas y cerros con ganado bovino rústico que coexiste con fauna silvestre. Se practica la cacería de patos silvestres y paloma, cada vez en menor frecuencia, cantidad e importancia de venado y jabali.	
Plantas	No existe suficiente diversidad de árboles, arbustos ni matorrales. Ya no se usan plantas medicinales.	Zonas de monocultivo de maíz blanco comercial y establecimiento de agostaderos para ganado bovino.	Altamente erosionada la diversidad. Pérdida de plantas medicinales y de bosque, reducido a matorrales y árboles de roble dispersos. Eliminación total del árbol de encino y proliferación del palobobo y huizache.	

Fuente: Elaboración propia.

La adopción de sistemas monoproducidos y la uniformización de las formas de apropiación espacial ha resultado un vector fundamental en la transformación del territorio porque no sólo condujo a una simplificación y ruptura de los elementos y funcionalidades agroecosistémicas, sino a una pérdida de la matriz cultural prehispánica impronta en el territorio:

La tragedia provocada por la agricultura industrial no solo se mide por la contaminación generada por los agroquímicos que utiliza (fertilizantes, fungicidas, herbicidas, insecticidas), por la radical transformación de los hábitat originales convertidos en pisos de fábrica para los monótonos cultivos de una sola especie, por el desperdicio continuo de agua, suelos y energía, por la erosión de la diversidad genética a consecuencia del uso de unas cuantas variedades mejoradas, por el incremento del riesgo a causa de los organismos transgénicos, o por la generación de alimentos peligrosos e insanos; sino también se distingue, como hemos visto, por un impacto cultural de incalculables consecuencias: la destrucción de la memoria tradicional representada por los saberes acumulados

durante unos 10.000 años de interacción entre la sociedad humana y la naturaleza (Toledo y Barrera, 2008: 195).

Estos agroecosistemas o sistemas de producción agropecuaria diversificada e integrada con el entorno ecológico, hasta antes de 1980, se encontraban profundamente relacionados con la matriz cultural originaria de las familias en Teponahuasco, en la Tabla 2 se muestran las 80 especies de flora y fauna que los participantes en esta investigación declararon como fundamentales para alguna expresión de su cultura como práctica, conocimiento, tecnología o estrategia de reproducción que les haya sido heredada de sus padres o abuelos.

Tabla 2. Especies de flora y fauna con relevancia cultural en Teponahuasco

Núm.	Nombre	Nombre científico	Categoría NOM 059 (SEMARNAT)	Especie Doméstica	Especie Silvestre	Práctica	Conocim.	Tecnología	Estrategia
1	Maíz criollo	<i>Zea mays</i>	No Aplica	X		X		X	X
2	Calabaza	<i>Cucurbita ssp</i>	N/A	X		X		X	X
3	Frijol	<i>Phaseolus sp</i>	N/A	X		X		X	X
4	Verdolagas	<i>Portulaca oleracea</i>	N/A	X		X		X	X
5	Quelites	<i>No Disponible</i>	N/A	X		X		X	X
6	Huitlacoche	<i>Ustilago maydis</i>	N/A	X		X			X
7	Cempasúchitl	<i>Tagetes erecta</i>	N/A	X		X			X
8	Papa criolla	<i>Solanum tuberosum</i>	N/A	X		X			X
9	Lengua de vaca	<i>Sansevieria trifasciata</i>	N/A	X		X			X
10	Chilacayote	<i>Cucurbita ficifolia</i>	N/A	X		X			X
11	Chayote	<i>Sechium edule</i>	N/A	X		X			X
12	Jaltomate (tomate milpero)	<i>Physalis ixocarpa</i>	N/A	X		X			X
13	Flor de calabaza	<i>Cucurbita ssp</i>	N/A	X		X			X
14	Haba	<i>Vicia faba</i>	N/A	X		X			X
15	Gusano de maíz	<i>Helicoverpa zea</i>	N/A	X		X			X
16	Hongo de llano o de pasto	<i>N/D</i>	N/A		X	X			X
17	Hongo blanco	<i>N/D</i>	N/A		X	X			X
18	Hongo champiñón (criollo)	<i>N/D</i>	N/A		X	X			X
19	Hongo de barranca	<i>N/D</i>	N/A		X	X			X
20	Guajolote criollo	<i>Meleagris gallopavo L.</i>	N/A	X			X		X
21	Maguey pulquero	<i>Agave salmiana</i>	N/A					X	X

22	Encino (3 variedades)	<i>Quercus ssp</i>	N/A		X	X		X	X
23	Árnica	<i>Arnica Montana</i>	N/A	X		X	X		
24	Epazote	<i>Dysphania ambrosioides</i>	N/A	X		X	X		
25	Gordolobo	<i>Verbascum thapsus</i>	N/A	X		X	X		
26	Tepozán	<i>Buddleja americana L.</i>	N/A	X		X	X		
27	Gigante	<i>Sequoiadendron giganteum</i>	N/A	X		X	X		
28	Ajenjo	<i>Artemisia absinthium</i>	N/A	X		X	X		
29	Ruda	<i>Ruta graveolens</i>	N/A	X		X	X		
30	Cedro	<i>Cedrus ssp.</i>	N/A		X		X	X	X
31	Hoja de durazno	<i>Prunus persica</i>	N/A	X		X	X		
32	Hinojo	<i>Foeniculum vulgare</i>	N/A	X		X	X		
33	Yerba de sapo	<i>Eryngium carlinae</i>	N/A		X	X	X		
34	Manzanilla	<i>Chamaemelum nobile</i>	N/A	X		X	X		
35	Yerbabuena	<i>Mentha spicata</i>	N/A	X		X	X		
36	Estrella de anís	<i>Illicium verum</i>	N/A	X		X	X		
37	Cola de caballo	<i>Equisetum arvense</i>	N/A	X		X	X		
38	Hoja de guayaba	<i>Psidium cattleianum</i>	N/A	X		X	X		
39	Ruda	<i>Ruta ssp</i>	N/A	X		X	X		
40	Estafiate	<i>Artemisia ludoviciana</i>	N/A	X		X	X		
41	Laurel	<i>Laurus nobilis</i>	N/A	X		X	X		
42	Sábila	<i>Aloe vera</i>	N/A	X		X	X		
43	Tomillo	<i>Thymus ssp</i>	N/A	X		X	X		
44	Diente de león	<i>araxacum officinale</i>	N/A	X		X	X		
45	Eucalipto	<i>Eucalyptus ssp</i>	N/A	X		X	X		
46	Fresno	<i>Fraxinus ssp</i>	N/A	X		X	X		
47	Nopal (al menos, 4 variedades)	<i>Opuntia ssp</i>	N/A		X	X			X
48	Ocote	<i>Pinus montezumae</i>	N/A		X	X			X
49	Armadillo	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	N/A		X	X			
50	Zopilote (<i>burrovianus</i>)	<i>Coragyps atratus</i>	Protegida		X	X			
51	Camaleón	<i>Phrynosoma branconnieri</i>	Protegida		X	X	X		X
52	Venado	<i>Cervidae L.</i>	N/A		X	X	X		X
53	Víbora de cascabel	<i>Crotalus ssp</i>	Protegida		X	X	X		X
54	Zorrillo	<i>Conepatl ssp</i>	Protegida		X	X	X		X
55	Tlacuache	<i>Derbianus ssp</i>	Amenazada		X	X	X		X
56	Coyote	<i>Canis latrans</i>	N/A		X	X	X		X
57	Caracol	<i>Rumina decollata</i>	N/A		X	X	X		X
58	Tortuga	<i>Testudines L.</i>	N/A		X	X	X		X
59	Hormiga roja	<i>Solenopsis</i>	N/A		X	X	X		X
60	Abeja mielera	<i>Anthophila</i>	N/A	X			X		X

61	Cerdo	<i>Sus scrofa domestica</i>	N/A	X			X		X
62	Vaca criolla	<i>Bos taurus</i>	N/A	X			X		X
63	Buey	<i>Bos Taurus L.</i>	N/A	X			X		X
64	Mula	<i>Equus asinus</i>	N/A	X			X		X
65	Caballo	<i>Equus caballus</i>	N/A	X			X		X
66	Burro	<i>Equus africanus asinus</i>	N/A	X			X		X
67	Manzano	<i>Malus domestica</i>	N/A	X			X		X
68	Durazno	<i>Prunus persica</i>	N/A	X			X		X
69	Chabacano	<i>Prunus armeniaca</i>	N/A	X			X		X
70	Higo	<i>Ficus carica</i>	N/A	X			X		X
71	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i>	N/A	X			X		X
72	Capulín	<i>Prunus salicifolia</i>	N/A	X			X		X
73	Limón	<i>Citrus L.</i>	N/A	X			X		X
74	Guayabo	<i>Psidium friedrichsthaliun</i>	N/A	X			X		X
75	Perón	<i>Pyrus mexicana</i>	N/A	X			X		X
76	Carpa	<i>Cyprinus carpio</i>	N/A	X		X	X		X
77	Pato silvestre migratorio	<i>Anatidae L.</i>	N/A		X	X	X		X
78	Codorniz	<i>Coturnix coturnix</i>	N/A		X		X		X
79	Renacuajos y rana criolla	<i>Rana L.</i>	N/A		X	X	X		X
80	Camote de cerro	<i>Dioscorea remotiflora</i>	N/A		X		X		X

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, se muestra el conjunto de especies culturales en siete componentes que la comunidad de Teponahuasco estimó en fundamentales para sus prácticas ceremoniales o festividades, como desarrollo tecnológico de cultivos asociados, como conocimientos medicinales y curativos, y como estrategias de alimentación y medios de vida rural.

Figura 6. Componentes fundamentales del Patrimonio Biocultural en Teponahuasco



Fuente: Elaboración propia.

Como se analizará ampliamente en el siguiente apartado, el análisis agroecológico del patrimonio biocultural visibiliza que la estrategia de producción agroalimentaria ancestral es una fuente de subsistencia familiar, a la vez que una reducción de la vulnerabilidad y aumento

de la resiliencia de familias campesinas ante los efectos del cambio climático mediante la conservación y uso sostenible de los ecosistemas y sus servicios ambientales (Sarandón, Flores, Gargoloff y Blandi, 2014; Woodcock y Pywell, 2010; Gliessman *et al*, 2007). Aunque su abandono corresponde a un cambio cultural, la recuperación y revaloración de la herencia biocultural como paradigma territorial es muy relevante ante la urgencia y retos que plantea el cambio climático.

La reproducción social en Teponahuasco: resiliencia, mitigación y adaptación

Cuquío, Jalisco es un municipio que se encuentra en las cuencas correspondientes a las Regiones Hidrográficas 12E Santiago-Guadalajara y 12J Juchipila, y que a su vez corresponde a la Región Hidrológica Administrativa VIII Lerma-Santiago-Pacífico, según la Comisión Estatal de Agua de Jalisco (CEAJ) y que en un futuro habrá de experimentar trastornos en la temperatura media anual, así como importantes exabruptos hídricos, cuya magnitud podrá ser moderada o alta, según evolucione la acumulación de GEI (CEAJ, 2018; SEMADET, 2018). En tales escenarios, la vulnerabilidad de la comunidad de Teponahuasco podrá ser alta o muy alta, siguiendo a SEMADET (2018),¹⁵ dado que sus medios de reproducción social dependen de agroecosistemas de monocultivo de maíz y de la ganadería que son altamente sensibles al cambio climático (Saynes *et al*, 2016) y, por ser actividades altamente generadoras de GEI (Ballesteros *et al*, 2011), contraproducentes.

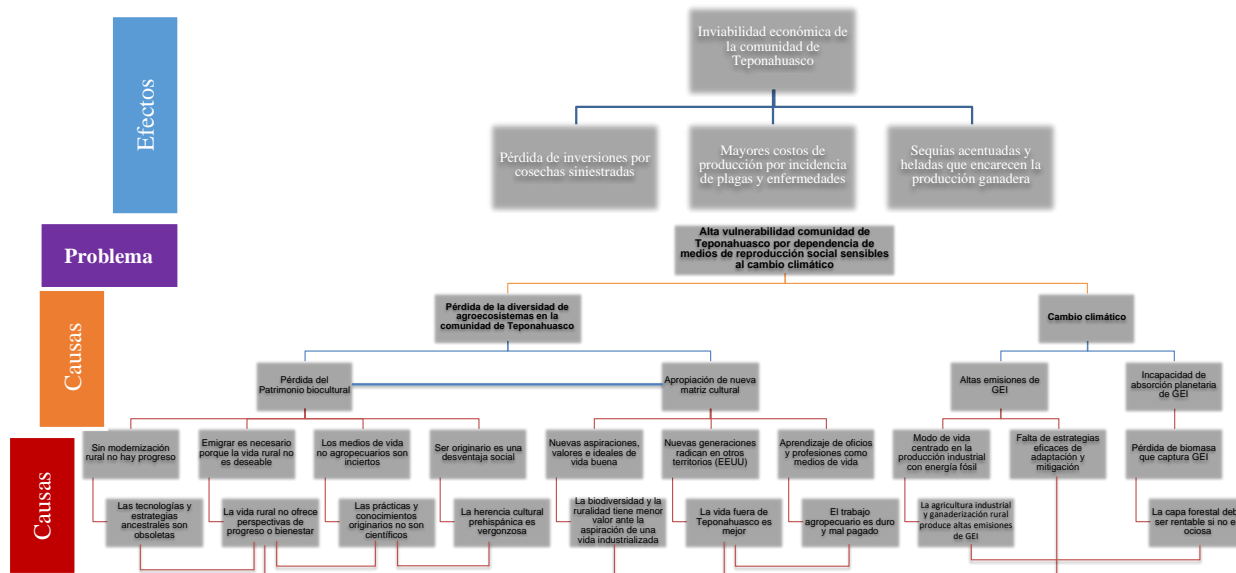
En ese contexto, se elaboró un árbol de problemas para la identificación de causas y efectos del problema central identificado como alta vulnerabilidad de la comunidad de Teponahuasco por dependencia de medios de reproducción social sensibles al cambio climático, e identificando sus efectos como pérdida de cosechas por siniestros climáticos, mayores costos de producción por incidencia de plagas y enfermedades, sequías acentuadas y heladas que afectan al ganado bovino, resultando un efecto aún mayor enunciado como inviabilidad de la comunidad de Teponahuasco (Figura 7).

Ante tal formulación de problemas y la compleja interrelación de sus causas es coherente plantear que la recuperación sistemática del patrimonio biocultural para reconfigurar el territorio, es decir, la restauración de los nichos agroecológicos

¹⁵ La vulnerabilidad de un grupo social, se refiere al tipo y grado, o naturaleza, a la que un sistema está expuesto a variaciones climáticas significativas (IPCC, 2014). Y una forma de ponderarla es tomar en consideración el riesgo y la capacidad de adaptación del sistema, así como la exposición y sensibilidad del mismo.

correspondientes a los distintos pisos orográficos y sus agroecosistemas es coherente con las conclusiones de Uzcátegui *et al* (2017), de Machado y Ríos (2016), de Stupino *et al* (2014) y de Valdés *et al* (2009).

Figura 7. Árbol de problemas de la comunidad de Teponahuasco ante el cambio climático



Fuente: Elaboración propia.

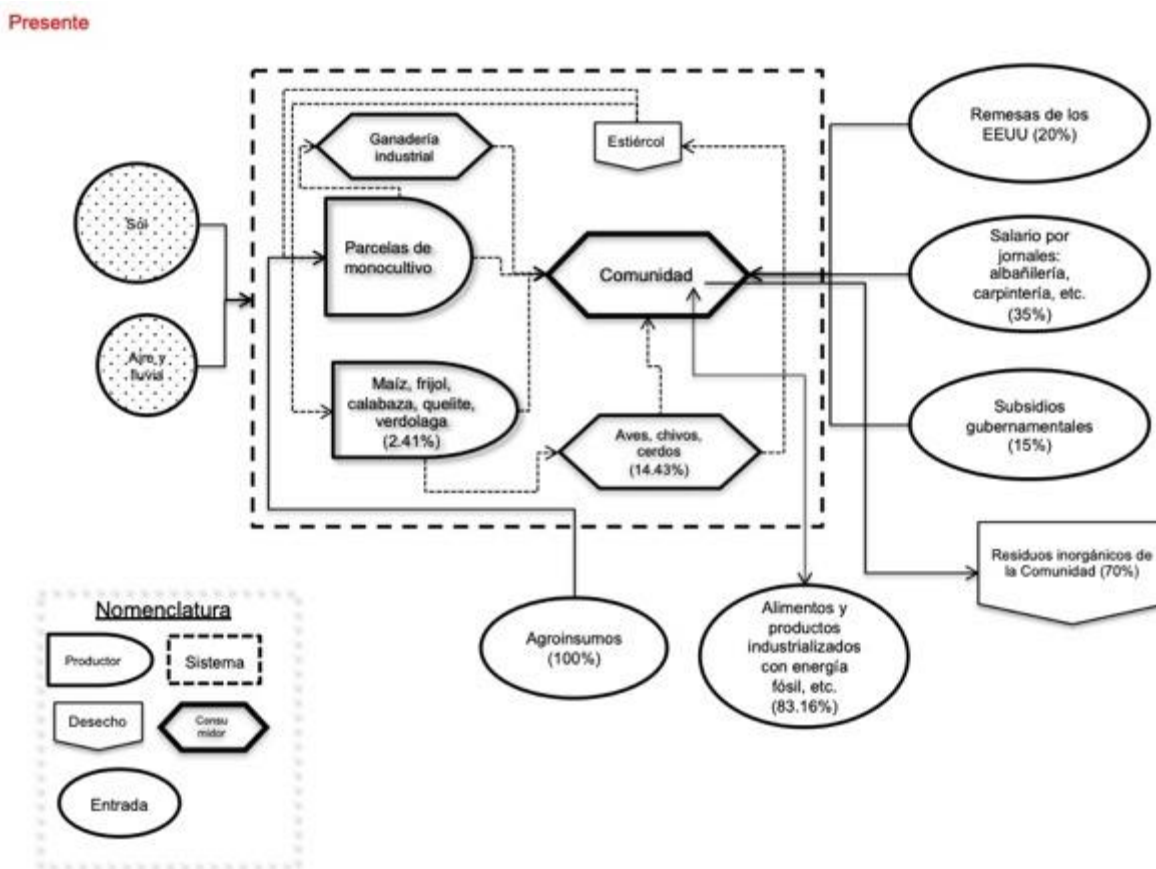
En términos generales, la recuperación de los componentes agroecosistémicos reconocidos como patrimonio biocultural por propios y vecindados de Teponahuasco no sólo aporta una reducción a las emisiones de GEI y a la mayor captura de carbono en biomasa integrada al suelo, y por tanto es una estrategia eficiente de mitigación al cambio climático, sino que también es una estrategia de adaptación, tanto basada en comunidades (Reid *et al*, 2009) como basada en ecosistemas (Lhumeau y Cordero, 2012) porque se recurre al manejo sostenible, la conservación y la restauración de ecosistemas para proveer servicios ambientales que permitan a las personas adaptarse a los impactos del cambio climático, a la vez que se incorporan los problemas y soluciones desde la comunidad procurando reducir la pobreza.

Actualmente, el sistema de reproducción social es poco biodiverso -está compuesto por 13 especies de flora y fauna, de índole doméstica- y la comunidad presenta bajos grados de autosuficiencia (Clapp, 2015; Puma *et al*, 2015),¹⁶ tanto en sus insumos agroproductivos

¹⁶ Acorde a Clapp (2015) y Puma *et al*. (2015), la autosuficiencia alimentaria consiste en la proporción de alimentos necesarios para el consumo de una población y que son producidos por sí mismos. De esta forma,

como alimentarios y de reproducción social. Así, sólo el 16.84% de sus alimentos son producidos por ellos mismos, el 83.16% son comprados. Por otro lado, el 35% de los ingresos familiares dependen de actividades de autoempleo u oficios locales, el 20% de sus ingresos dependen de las remesas que envían de los EEUU, el 15% de los subsidios gubernamentales y sólo el 20% de sus ingresos provienen de su actividad agrícola (Figura 8).

Figura 8. Diagrama de flujo metabólico del agroecosistema comunitario actual en Teponahuasco.

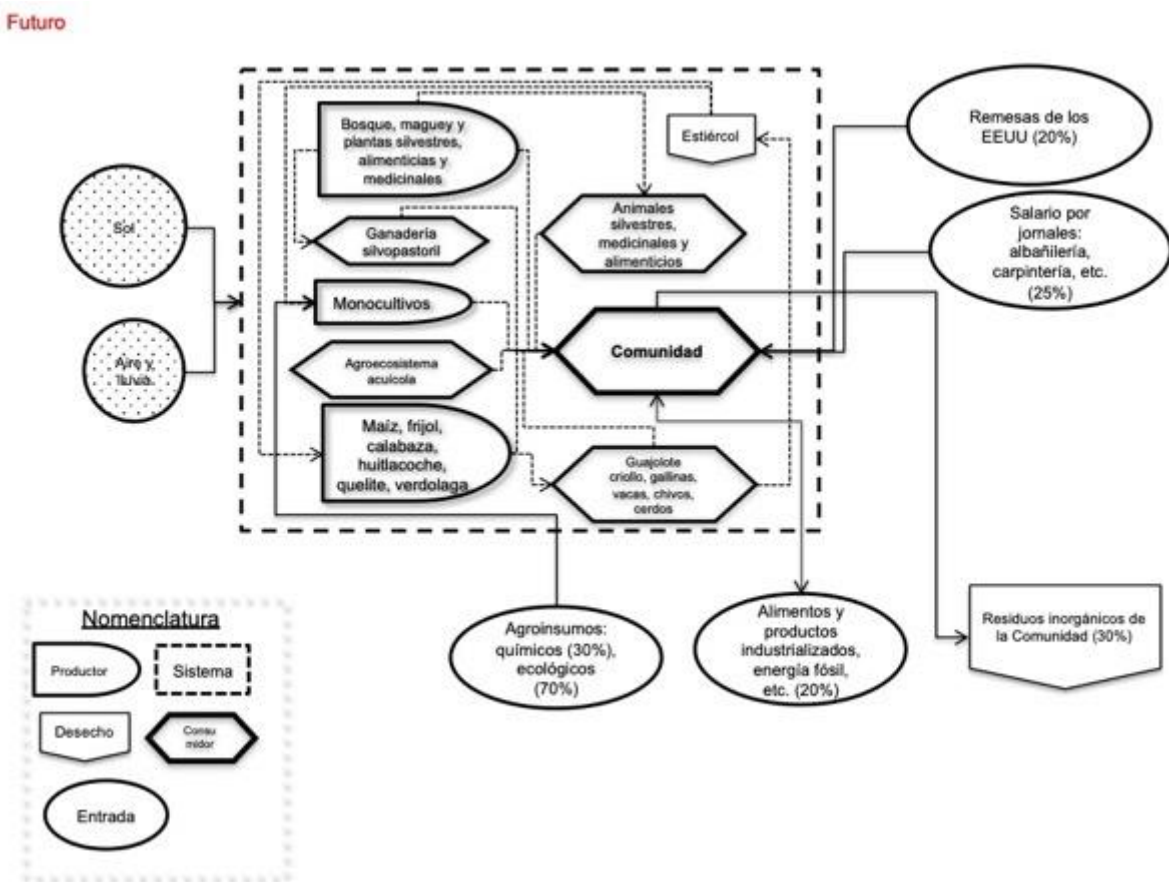


Fuente: Elaboración propia.

según el INEGI (2018), para 2010 en Teponahuasco habían 949 habitantes, 455 hombres y 494 mujeres, en 213 viviendas habitadas, por lo que para esta comunidad el promedio del requerimiento calórico alimentario conjunto diario, siguiendo a Jasso y Becerra (2005) es de 2,311.40 Kcal. De las 213 viviendas, en el recorrido de campo, y con ayuda del comisario ejidal y del delegado municipal, se encontró que 29 cuentan cuamiles de 50 a 500 m², 18 con cuamiles de 501 a 1,500 m², y 6 con cuamiles de 1,5001 a 5,000 m², con superficies promedio de 275 m², 1,200 m² y 3,250m², respectivamente para cada estrato, por lo que la producción promedio de maíz, frijol, calabaza y quelites, considerando los valores de la Tabla 1, para un total estimado de 49,075 m² de superficie cuamilera resultan, en kilogramos, 4,907.5 de maíz, 736.13 de frijol, 1,472.25 de calabaza y 245.38 de quelites. Con respecto a la producción animal, para cada estrato se encontró que los valores promedio en kilogramos anuales de carne son 200, 600 y 1,200, de leche 547.5, 1,095 y 2,190 y de huevo 21.9, 73 y 146, respectivamente. En total, la producción calórica actual originada en los cuamiles de traspatio y de ladera por año asciende a 142,078.75 Kcal considerando los valores de Chávez y Martínez (1996). El déficit calórico anual para la comunidad de 701,582.25 Kcal es satisfecho mediante alimentos comprados.

Dado que el potencial productivo kilocalórico del cuamil asciende a 2,680.73 por año, si el total de viviendas estableciera el suyo, la producción comunitaria llegaría a 570,995.74 Kcal/año. Aún habría un déficit del 32.32% que podría ser cubierto con la producción silvopastoril intensiva (Murgueitio *et al*, 2014), con cuamiles de llano y forestales, con el aprovechamiento de la flora y fauna silvestre y con la restauración de agroecosistemas acuáticos. Aunque la autosuficiencia alimentaria llegare a ser casi total, la necesidad de contar con ingresos monetarios, de remesas y de jornales, así como insumos químicos y de bienes industrializados, podría ser sensiblemente reducida (Figura 9).

Figura 9. Diagrama de flujo metabólico del agroecosistema comunitario futuro en Teponahuasco



Fuente: Elaboración propia.

En términos particulares, cada uno de los siete componentes del patrimonio biocultural identificado por la comunidad en Teponahuasco, contribuyen como estrategias de mitigación

y adaptación al cambio climático, y posibilita que las familias en esta comunidad sean más resilientes, como se verá enseguida.

Sistema Milpa o cuamil

El sistema milpa se encuentra ampliamente difundido en Teponahuasco, y en otras las comunidades de Cuquío y consta de, al menos, 10 especies comestibles domesticadas para la gastronomía local. Los maíces, todos son criollos o nativos, y se encuentran maíces blancos y negros, y el frijol puede ser de mata o enredadera.

Además de ser una construcción agroecológica de policultivos con maíz criollo, calabaza, frijol, verdolagas y quelites; también se produce ahí el huitlacoche, el cempasúchitl, la papa criolla, el chilacayote, los chayotes, los jaltomates (o tomate milpero), la flor de calabaza, las habas, entre otras (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción biocultural del componente Sistema Milpa o cuamil

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Cada variedad o raza de maíz, frijol y calabaza implica un bagaje de conocimientos según el tipo de suelo, la expectativa de lluvia y el mes específico de siembra. Además, existe un conocimiento de las propiedades alimentarias de cada planta, los momentos en que se pueden cosechar y sus formas adecuadas de preparación.	Aunque en algunos casos el sistema milpa es muy riesgoso e impredecible, las familias realizan la práctica para renovar su identidad y porque prefieren las características alimentarias y paliativas de esas especies. El ejercicio de los conocimientos para el establecimiento del sistema milpa, las familias siembran y realizan labores y cosecha acorde al calendario lunar y sus fases.	Se han desarrollado formas de siembra específicas según el tipo de suelo y el mes de la misma. Además, es común que cada quien tenga una técnica propia para abonar la tierra y escardarla; por otro lado, existe la capacidad de analizar táctil y visualmente si la siembra "va bien" y para reconocer si le hace falta algún abono, labor o aplicación de algún insumo.	Es una estrategia de autosuficiencia alimentaria y de reproducción de conocimientos y prácticas que los identifican como campesinos. Además, también queda posibilitada aquí la conservación de las semillas originarias, que son seleccionadas por las familias.

Mitigación | Adaptación | Resiliencia | Sistema productivo | Consumidores | Comercialización

Se elimina el uso de combustibles fósiles directos (por no uso de maquinaria) e indirectos (por no uso de insumos industrializados).	Ante los efectos del cambio climático en la temperatura y ciclos hídricos, los policultivos presentan mayor tolerancia a los extremos.	Las familias de la comunidad pueden contar con alimentos básicos y variados, a pesar de la variabilidad climática.	Policultivo de ladera o de planicies, en traspatios o en parcelas. Aunque también se siembra el maíz criollo en monocultivos. Se siembra de febrero a junio. Cosecha de diciembre a enero.	Familias en Teponahuasco.	Principalmente, se destina al autoconsumo. Aunque sí se realiza venta local y eventualmente se comercializan los excedentes.
--	--	--	--	---------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

Hongos comestibles

Los hongos comestibles han sido una muy importante fuente alimentaria para las familias de la comunidad en Teponahuasco (Tabla 4). Sin embargo, se ha ido perdiendo conforme los agroecosistemas se van deteriorando y el hábitat de los diversos hongos se van perdiendo.

Actualmente, no existe un estudio etnomicológico en la comunidad y su recolección es principalmente para el autoconsumo, dado que el volumen de recolección durante los inicios de la temporada de lluvias es pequeño. Sólo en el caso del hongo de llano o de pasto, se comercializa localmente. Cuando se logran recolectar suficientes para venderlos, una bolsa de 600 grs puede alcanzar un precio de 60 pesos.

Tabla 4. Descripción biocultural del componente hongos comestibles

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Existe un conocimiento de los diversos tipos de hongos en la comunidad, los periodos del año en que se dan y las características que los diferencian de los hongos venenosos.	La familia entera, incluyendo a niños y ancianos, recolectan los hongos en los lugares en donde estos crecen.	Existen formas diversas de preparación alimentaria, de conservación (en vez de refrigeración) y de técnicas para propiciar su reproducción y crecimiento, pero esas técnicas están en manos de los más ancianos de la comunidad.	Es una estrategia de alimentación altamente proteica y de generación de ingresos familiares cuando se comercializa localmente.

Mitigación	Adaptación	Resiliencia	Sistema productivo	Consumidores	Comercialización
Al consumir hongos como fuente de proteína complementaria a la animal, se reducen emisiones de GEI por menor consumo y producción pecuaria.	La restauración de los agroecosistemas forestales y de llano, permitirá no sólo aprovechar hongos silvestres, sino beneficiarse de servicios ambientales.	La comunidad podrá disponer de una fuente alternativa de proteína y verse menos afectada ante eventuales sequías o inundaciones.	El hongo de llano se recolecta en planicies y laderas moderadas, en las primeras semanas de inicio de época de lluvias. Debe cortarse desde la base y permitir la liberación de esporas para que, el año siguiente, puedan germinar.	Familias en Teponahuasco.	Sí, se comercializa en los mercados locales de Cuquío.

Fuente: Elaboración propia.

Guajolote criollo

La crianza del guajolote en Teponahuasco tiene fines principalmente rituales y ceremoniales porque con él se prepara el mole que se sirve durante las fiestas del Señor de Teponahuasco y fiestas familiares como bautizos, confirmaciones, bodas y cumpleaños (Tabla 5). También es una estrategia de agregación de valor y de diversificación agroalimentaria porque los guajolotes ofrecen una fuente de proteína animal muy importante para las familias y usualmente son alimentados con los insectos (chapulines, gusanos y lombrices) que habitan los llanos y las parcelas, además de ofrecerles maíz criollo molido y desechos de maíz.

Del guajolote criollo se aprovecha todo el animal, y no sólo la carne. También las plumas, las patas, la sangre y las entrañas, sea para alimento o para ornamento, en el caso de las plumas. También se consume el huevo de guajolote. Conforme ha ido pasando el tiempo, y las condiciones para la crianza del guajolote se van deteriorando, y se ha sustituido el platillo de mole con carne de gallinas. Por lo que también se podría incluir en este componente a las gallinas criollas como un sustituto de la carne de guajolote.

Tabla 5. Descripción biocultural del componente guajolote criollo

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Esta especie se ha mantenido por muchas generaciones y se encuentra adaptada a las condiciones locales. Las mujeres conocen las enfermedades y demás cuestiones de su cría y engorda.	Su uso es principalmente ceremonial y festivo mediante su preparación en mole; aunque también puede ser consumido de forma cotidiana como una fuente de proteína y grasas.	Para complementar la alimentación de esta especie, se practica el libre pastoreo por llanos y laderas de los cerros. También se crían en los traspatios se alimentan de semillas silvestres, insectos y hierbas; lo que redundará en un menor consumo de maíz y de alimento balanceado.	La autoproducción y autoconsumo de esta especie permite reducir costes y al mismo tiempo reproduce un alimento tradicional.

Mitigación | Adaptación | Resiliencia | Sistema productivo | Consumidores | Comercialización

En toda la comunidad, particularmente donde se encuentran familias que cuentan con llanos o aledaños a las laderas y lomas para que los guajolotes pastoreen.	Toda la comunidad	Se alimentan bajo modalidad de libre pastoreo en llanos y se complementa su dieta con alimento balanceado. Coexiste con otras aves de corral como gallinas, patos y gansos, así como ganado bovino y ovino.	Familias en San Ildefonso Tultepec y visitantes e invitados a las festividades y ceremonias provenientes de otras comunidades aledañas	Se cría todo el año y se aprovechan con mayor frecuencia durante las festividades comunitarias	Usualmente se crían y engordan los guajolotes y/o gallinas para el autoconsumo. Aunque algunas familias venden sus guajolotes o los "prestan" entre sí
---	-------------------	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Sistema Maguey pulque

Con la llegada de las bebidas alcohólicas destiladas y producidas de forma industrializada, como la cerveza y el tequila, se ha ido abandonando la preferencia de consumo por el pulque. Además, dado el agotamiento del maguey pulquero en la zona y del conocimiento de los tlachiqueros, esta bebida fermentada es ya poco consumida en la zona, aunque fue indispensable en las celebraciones familiares y rituales.

El maguey pulquero es una especie cuyo aprovechamiento va desde el raspado del aguamiel para ser fermentado y posteriormente convertirse en pulque, hasta las hojas para la barbacoa de hoyo, las espinas como herramienta punzante y sus fibras para accesorios domésticos como ayates, morrales y lazos. También, la planta del maguey proporciona servicios ambientales muy importantes para las parcelas, al fungir como cercas vivas y evitar la erosión por agua y viento en los suelos, además de ser en sí mismo un hábitat para el gusano de maguey y otras especies de insectos que son de consumo local.

El aguamiel, insumo para la preparación del pulque, es una bebida rica en azúcares y fibras que coadyuvan en la digestión y restaura la flora intestinal. Por eso, tiene propiedades medicinales y se da a beber a niños y ancianos con problemas estomacales. En la siguiente Tabla 6 se realiza la descripción de la bioculturalidad de la especie de este componente del patrimonio de Teponahuasco.

Tabla 6. Descripción biocultural del componente sistema maguey pulque

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Esta especie implica el conocimiento de las etapas fenológicas del maguey y su reconocimiento en campo para determinar su madurez. Además, el pulque muy fermentado puede usarse como levadura para la elaboración de pan de trigo.	Antaño el aguamiel se usaba para darlo a beber a los niños y se considera una bebida alcohólica tradicional. También se consumen los insectos que alberga, como el gusano (de maguey) y otras hormigas comestibles.	Se usan residuos de pulque altamente fermentado para mezclarse con el aguamiel recién extraído. Finalmente, también se aprovechan las hojas para la birria de chivo o borrego, las espinas y las fibras de las hojas para la elaboración de estropajos, mecates y mecapales.	El aguamiel del maguey es una forma de autoproducción de una bebida fermentada de bajo costo y que, además de ser un alimento, también permite un tratamiento terapéutico para el sistema digestivo.

Mitigación	Adaptación	Resiliencia	Sistema productivo	Consumidores	Comercialización
El establecimiento de magueyes es adecuado para evitar la erosión hídrica y proteger la capa vegetal, al usarlos como cercas vivas.	Conforme la variabilidad climática incrementa, la urgencia de sistemas de retención de humedad y que eviten erosión por escorrentías es mayor.	Además de servicios ambientales, el maguey pulquero puede ofrecer un ingreso a la familia y una bebida azucarada para el autoconsumo.	Se establecen como cercas vivas en potreros y parcelas, son particularmente adecuados en suelos pobres y delgados. Tiene un proceso de maduración de siete años en los que prácticamente no requiere cuidados.	Principalmente en época de estiaje o secas, aunque algunos tlachiqueros también raspan maguey en época de lluvias. El consumo es local y antaño se vendía en la cabecera municipal y localidades de Cuquío.	Sí, se comercializa al menudeo en vasos de 355 ml y al mayoreo en garrafones de 10 ó 20 litros.

Fuente: Elaboración propia.

Encino para producción de carbón y leña

El carbón no sólo tiene uso ceremonial, usando incensarios durante las celebraciones religiosas del Señor de Teponahuasco, sino también doméstico para la preparación de alimentos; no obstante, se ha sustituido por gas licuado a presión. En cualquier caso, las tecnologías ahorradoras en el combustible de leña, podrían ser una opción adecuada para esta comunidad (González, *et al.*, 2017).

Se estima que, al menos, tres variedades de encinos (hoja ancha, delgada y de cañada) son adecuados para el carbón y leña (Tabla 7); aunque también se usan distintas variedades de roble, mismas que no pudieron ser identificadas.

Tabla 7. Descripción biocultural del componente encino

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
La identificación de las especies de árboles y su etapa de maduración implica un conocimiento sobre el bosque, y que también se refleja en dónde ubicar el horno y cómo edificarlo.	El consumo del carbón aporta un combustible aromático que es preferido por las familias y es imprescindible para la quema del incienso en las ceremonias.	La elaboración del carbón consiste en la construcción de una estructura semienterrada que consume la madera con bajos niveles de oxígeno, de manera que se cristalice por las altas temperaturas que alcanza.	Además de ser un combustible de bajo costo y de fácil acceso, se prefiere sobre el consumo del gas lp.

Mitigación	Adaptación	Resiliencia	Sistema productivo	Consumidores	Comercialización
La restitución de áreas forestales en cerros, laderas y llanos con especies forestales nativas, puede generar captura de carbono.	Conforme la variabilidad climática sea tenga más incidencia, contar con un bosque puede ser benéfico como zona de amortiguamiento de sequías y lluvias extremas.	La comunidad puede verse menos afectada por el cambio climático al contar con una fuente propia de energía usando estufas ahorradoras.	Supone el establecimiento de semilleros para posteriormente realizar jornadas de reforestación. En potreros de pastoreo, aplica sistemas silvopastoriles.	Se produce y consume todo el año para uso doméstico. Para uso ceremonial se consume durante las fechas de la fiesta patronal.	Se comercializa al menudeo en diversas medidas. Al mayoreo se vende por costal. Usualmente el carbonero traslada su producto a los expendios o puntos de venta.

Fuente: Elaboración propia.

Animales y plantas medicinales

Se identificaron de 28 plantas y 11 animales medicinales, en algunos casos se lograron especificar que además de ser adecuados para una enfermedad, también se incorporan a la dieta doméstica, cuando son recolectados o cazados, según el caso. Las especies vegetales medicinales que se mencionaron como más importantes son árnica, epazote, epazote de zorrillo, tepozán, gigante, ajeno, ruda, cedro, hoja de durazno, hinojo, yerba de sapo, manzanilla, yerbabuena, estrella de anís, cola de caballo, hoja de guayaba, ruda, estafiate, rosa, laurel, sábila, tomillo, gordolobo, diente de león, eucalipto, fresno, nopal y ocote. Las especies animales de carácter biocultural se mencionaron los siguientes, armadillo, camaleón, venado, víbora de cascabel, venado, zorrillo, tlacuache, coyote, pipa, caracol y tortuga. En las siguiente Tabla 8, se describen las generalidades de las especies medicinales vegetales y animales con valor cultural en la comunidad de Teponahuasco.

Tabla 8. Descripción biocultural del componente animales y plantas medicinales

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Se requiere de un amplio conocimiento de las enfermedades y las formas en que se pueden tratar mediante el uso de especies animales y	El uso de las partes de animales silvestres o del consumo de su carne es una práctica que normalmente recomiendan los ancianos como	La aplicación de las plantas y animales medicinales, a ciertos malestares comunes, se transmite oralmente pero requiere entrenamiento	Aunque una consideración relevante es que el costo de la mayoría de los tratamientos de la medicina moderna es alto, la principal razón es que se

vegetales. Estos conocimientos están en las parteras y médicos tradicionales, pero también es de dominio común entre las familias de la comunidad.	tratamiento contra diversas enfermedades. Salud y alimentación, en esta comunidad, se encuentran altamente asociadas.	para determinar su correcta preparación. Ciertos platillos comestibles tienen, al mismo tiempo, un carácter medicinal.	considera que la medicina tradicional es altamente eficaz por encima de la primera.
--	---	--	---

Mitigación	Adaptación	Resiliencia	Sistema productivo	Consumidores	Comercialización
El rescate de la medicina tradicional contribuye a la reducción de GEI, porque evita el uso de ciertos medicamentos industrializados y fomenta agroecosistemas endógenos.	Al acentuarse el cambio climático, son pertinentes los agroecosistemas cuya biodiversidad aporten beneficios alimentarios o medicinales, además de amortiguamiento de siniestros.	Este componente permite un grado de autosuficiencia medicinal que, eventualmente, podría ser una fuente de ahorros o ingresos adicionales, ante pérdidas agropecuarias.	En algunos casos, las plantas medicinales son susceptibles de ser producidas en los traspatios o parcelas, o necesariamente son silvestres.	Dependiendo del tipo de planta, se podrá consumir sólo en ciertas épocas del año cuando exista la parte que se requiere (flor, hoja o retoño).	Con más frecuencia se cosechan plantas para venderse en boticas, tiendas de herbolaria y aplicaciones homeopáticas.

Fuente: Elaboración propia.

Animales y plantas comestibles

Existen diez animales silvestres y cuatro plantas de la familia de las suculentas que son parte de la gastronomía cotidiana en esta comunidad. Entre ellas se encuentra el consumo de carpas, caracoles, pato silvestre migratorio, codorniz, armadillo, tlacuache, paloma huilota, rana comestible, víbora de cascabel y ardilla. También, están los nopales –al menos cuatro variedades-, y tunas que pueden ser rojas, verdes, amarillas, blanca y rosa (Tabla 9).

Tabla 9. Descripción biocultural del componente animales y plantas comestibles

Conocimientos	Prácticas o usos	Tecnologías	Estrategias
Se requiere de un amplio conocimiento de las plantas y animales y los lugares en donde se les puede encontrar, así como el momento del año en el que son adecuados para el consumo humano.	Estos animales y plantas silvestres proporcionan los insumos necesarios para ciertos platillos que son tradicionales en la cocina de Teponahuasco, por ejemplo, el guiso de rana, ardilla o de pato.		El consumo de diversas plantas y animales silvestres para el consumo familiar, además de ser una fuente diversificada de nutrientes, permite alimentarse a bajo costo.

Mitigación	Adaptación	Resiliencia	Sistema productivo	Consumidores	Comercialización
El interés por aprovechar especies silvestres, conlleva la	Contar con un bosque puede ser benéfico como zona de amortiguamiento	Este componente permite un grado de autosuficiencia alimentaria y	De origen silvestre, se colectan a lo largo del año y en diversos lugares en donde crecen las plantas o	Dependiendo del tipo de planta o animal, se podrá	No hay comercialización y es accesible al cazador, pescador o recolector. Si se

reconstitución de agroecosistemas forestales y ello redundando en captación de carbono.	de sequías y lluvias extremas.	puede ser una fuente de ahorros o ingresos adicionales, ante pérdidas agropecuarias.	habitan los animales e insectos, por lo que supone la reconstitución de los nichos agroecológicos.	consumir sólo en ciertas épocas del año.	recolectan en suficientes cantidades, es posible que se lleguen a comercializar o intercambiar bajo trueque.
---	--------------------------------	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Para reducir la vulnerabilidad de la comunidad en Teponahuasco, originada por el cambio climático y la simplificación de sus agroecosistemas, el territorio puede recurrir a su patrimonio biocultural para la reconstitución de pisos o nichos agroecológicos que implican estrategias de mitigación y de adaptación a los efectos de la variabilidad del clima porque diversifican el territorio permitiendo su manejo y beneficios de los servicios ecosistémicos (Saynes *et al*, 2016; Córdoba, 2016; Machado y Ríos, 2016).

Un conjunto de agroecosistemas reconstituidos dotan a la comunidad de una espacialidad territorial interrelacionada que alberga al conjunto de componentes de especies biológicas, silvestres y domésticas, coherente con la cultura originaria (Boege, 2010). Esta matriz cultural heredada, en su manera de configurar su territorio, puede ser así una alternativa eficaz para mitigar el cambio climático (Sarandón *et al*, 2014), para adaptarse a sus efectos y para hacer más resiliente la reproducción social de tales familias en Cuquío, Jalisco.

En concreto, a partir de las estimaciones de González (2010), actualmente por cada 188 kilocalorías que alimenta a la población de Teponahuasco, se liberan un mil kilogramos de dióxido de carbono equivalente, en promedio, y que alcanzaría para cubrir los requerimientos energéticos de 77.13 hombres y mujeres, lo que supone una emisión *per cápita* de 4.7 t CO₂e/año.¹⁷ Si se establecieran los nichos agroecológicos, siguiendo la configuración territorial ancestral de agroecosistemas centrados en el establecimiento de cuamiles, entonces la producción de energía alimenticia -aún sin abandonar los monocultivos ni la ganadería- llegarían a 570,995.74 Kcal/año sin emisiones de GEI, lo que representa una

¹⁷ Este es un valor conservador, dado que muchos de los alimentos que componen la dieta de las familias en Teponahuasco suponen emisiones de CO₂e aún mayores y todavía no se incluye en el cálculo las emisiones por concepto de energía. Por otro lado, también supera el cálculo que realizó la SEMADET (2018) para estimar que en Jalisco las emisiones anuales por individuo corresponden a 3.63 tCO₂e. Una posible explicación es que aquí se ha considerado como si toda la comunidad consumiera 2,800 y 2,100 calorías, hombres y mujeres, respectivamente. Con todo, el cálculo en el Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco podría ser muy optimista.

autoproducción alimentaria del 67.68% de las necesidades calóricas de la comunidad y una reducción significativa de emisiones de GEI para situarse en un promedio anual de hasta 1.52 tCO₂e por persona. Por lo anterior, la recuperación del patrimonio biocultural en Teponahuasco constituye una estrategia pertinente de mitigación, adaptación y de mayor resiliencia comunitaria ante el cambio climático.

Conclusiones

El patrimonio biocultural de la comunidad de Teponahuasco, que consiste en un arreglo territorial de agroecosistemas forestales, de traspatio, de planicies y acuáticos, constituye una estrategia pertinente de mitigación, adaptación y de mayor resiliencia comunitaria ante el cambio climático y el mayor obstáculo que se presenta es el cambio cultural que se verifica entre la población desde 1980, sin embargo la vulnerabilidad de la reproducción social de las familias se encuentra en juego debido a la fuerte sensibilidad que presentan los sistemas monoproduktivos, como el maíz y la ganadería, y la baja resiliencia de agricultores y ganaderos, y de sus familias, ante la exposición de posibles eventos climáticos que redundarían en plagas, enfermedades, inundaciones o sequías.

Las recomendaciones del Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco son coherentes con lo que hasta aquí se ha analizado y planteado. Si bien es conveniente la acción institucional del Estado, y muy deseable su impulso mediante políticas públicas y programas gubernamentales, la mayor parte del planteamiento recae en el ámbito de toma de decisiones comunitarias, locales y familiares.

Referencias bibliográficas

- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). (2018). *Cultivando resiliencia frente al cambio climático. Lecciones aprendidas para contribuir a la seguridad alimentaria y al derecho a la alimentación en américa latina y el caribe*. España: PROSALUS-FAO-AECID.
- Altieri, Miguel A. y Nicholls, Clara Inés. (2013). "Agroecología y resiliencia al cambio climático: Principios y consideraciones metodológicas", en *Agroecología*, Vol. 8 Núm. 1, p. 7-20.
- Altieri, M. y Toledo, V. (2011). "The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants", en *The Journal of Peasant Studies*, Vol. 38, Núm. 3, pp. 587-612.
- Altieri, Miguel A. (1992). "El Rol Ecológico de la Biodiversidad en Agroecosistemas", en *Revista Agroecología y Desarrollo*, Núm. 4, pp.1-17.
- Arreguín C., F.; López, M., Rodríguez, O. y Montero, M. (Coord). (2015) *Atlas de*

- vulnerabilidad hídrica en México ante el cambio climático. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. México: IMTA.*
- Ballesteros, C., Jiménez, D. y Hernández, G. (2011). *El impacto potencial del cambio climático sobre los Agroecosistemas. El caso del cultivo del maíz, Proyecciones al futuro. Manejo Agroecológico de Sistemas VOL. II.* México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Barton, J. (2009). “Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones”, en *Revista de geografía Norte Grande*, Núm. 43, pp. 5-30.
- Berkes, F. (1999). *Sacred Ecology. Traditional Ecological Knowledge and Resource Management.* Inglaterra-Estados Unidos: Taylor & Francis.
- Boege, E. (2010). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas.* Ciudad de México: INAH-CDI-SEMARNAT
- Buitrago, M. E., Ospina, L. y Narváez, W. (2018). “Sistemas silvopastoriles: alternativa en la Mitigación y adaptación de la producción bovina al Cambio climático”, en *Boletín Científico Museo Historia Natural Universidad de Caldas*, Núm. 22 (1), pp. 31-42.
- Burke M., Hsiang S.M., y Miguel, E. (2015). “Global non-linear effect of temperature on economic production”, en *Nature*, Núm. 527, pp. 235–239.
- Castañeda, Y., González, A., Chauvet, M. y Ávila, J. F. (2014). “Industria semillera de maíz en Jalisco. Actores sociales en conflicto”, en *Sociológica*, Núm. 83, pp. 241-278.
- Casas, R., González, F., Martínez, T., García, E. y Peña, B. V. (2009). “Sostenibilidad y estrategia en agroecosistemas campesinos de los valles centrales de Oaxaca”, en *Agrociencia*, Núm. 3, pp. 319-331.
- Canabal, B., Torres, P. y Burela, G. (1989). “Agricultura y empleo en el Distrito Federal el caso de Xochimilco”, en *Sociológica*, Núm. 4, pp.61-76.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2009). *Cambio climático y desarrollo en América Latina y el Caribe: una reseña.* Chile: CEPAL.
- Clapp, J. (2015). “Food self-sufficiency and international trade: a false dichotomy?”, en *The State of Agricultural Commodity Markets 2015–16*, FAO, pp. 1-11. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5222e.pdf>
- Comisión Estatal de Agua de Jalisco (CEAJ) (2018). *Cuencas Hidrológicas en Jalisco.* México: CEAJ. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en: https://www.ceajalisco.gob.mx/contenido/cuencas_jalisco/
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2013). *Bosques, cambio climático y REDD+ en México. Guía básica.* México: CONAFOR.
- Córdoba, C. (2016). *Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia).* Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Estrada, F. (2016). *Análisis de metodologías, variables, requerimientos y justificación del enfoque y modelo para la estimación de los costos económicos del cambio climático.* México: INECC.
- Estrada, F. (2015). *A contribution to the study of the economic causes and consequences of climate change: an interdisciplinary approach.* Recuperado: 30/diciembre/2018, Disponible en: <http://dare.uvu.vu.nl/handle/1871/52516>.
- Estrada, F., Tol, R., Gay-García, C. (2015). “The persistence of shocks in GDP and the

- estimation of the potential economic costs of climate change”, en *Environmental Modelling and Software*, Núm. 69, pp.155-165.
- Estrada, F., Papyrakis, E., Tol, R. y Gay, C. (2013). “The economics of climate change in Mexico: implications for national/regional policy”, en *Climate Policy*, Núm. 13(6), pp.738-750.
- Estrada, F., Gay, C. y Conde, C. (2012). “A methodology for the risk assessment of climate variability and change under uncertainty. A case study: coffee production in Veracruz, Mexico”, en *Climatic Change*, Núm. 113(2), pp. 455-479.
- Fernández, F., Reyes, V., Martínez, C., Reynoso, E., Méndez, J, Ruíz, E., López, F., Luna, M. L. y Dendooven, L. (2009). “Emissions of CO₂ and N₂O from soil cultivated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) fertilized with different N sources”, en *Science of the Total Environment*, Núm. 407, pp. 4289-4296.
- Gliessman, S.R., Rosado, F.J., Guadarrama, C., Jedlicka, J., Méndez, V.E., Cohen, R., Trujillo, L., Bacon, C. y Jaffe, R. (2007). “Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad”, en *Ecosistemas*, Núm. 16 (1), pp. 13-23.
- González, A. D., (2010). “Contribución de la producción y transporte de alimentos al Cambio climático: eficiencia calórica y proteica de distintos grupos de alimentos”, en *Energías Renovables y Medio Ambiente*, Núm. 25, pp. 29 – 37.
- González, M., López L. B., Servín, H., Rodríguez, J. Á. y González, B. (2017). “Tecnologías solares térmicas: Estrategia energética y socioambiental en el sector rural”, en *Ixaya*, Núm. 12, pp. 60-79.
- Goyas, R. (2018). “Las tierras de los pueblos de indios en la Nueva Galicia durante los siglos XVI y XVII”, en *Signos Históricos*, Núm. 40, pp. 108-143.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2018). *Censo de Población y Vivienda 2010*. México: INEGI.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Reino Unido – Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Jasso, I. y Becerra, P. (2005). “La alimentación en México. Un estudio a partir de la encuesta nacional de ingresos y gastos de los hogares y de las hojas de balance alimenticio de la FAO”, en *Ciencia UANL*, Núm. 1(VIII), pp.196-208.
- Llosa, M., Laurim, J. y Porcuna, J. (2006). “Eficiencia energética de los sistemas agrícolas ecológicos y convencionales”, en *Vida Rural*, sin número, p.32-36.
- Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012). *Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático*. Ecuador: UICN.
- Machado, M. M. y Ríos, L. A. (2016). ”Sostenibilidad en agroecosistemas de café de pequeños agricultores: revisión sistemática”, en *Idesia*, Núm. 2, pp.15-23.
- Magaña. V. (2010). *Guía para Generar y Aplicar Escenarios Probabilísticos Regionales de Cambio Climático en la Toma de Decisiones*. México: Instituto Nacional de Ecología, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Márquez, M. y Funes, F. R. (2013). “Factores ecológicos y sociales que explican la resiliencia al cambio climático de los sistemas agrícolas en el municipio La Palma, Pinar del Río, Cuba”, en *Agroecología*, Núm. 1, pp. 43-52.
- Moreno, A. I., Toledo, V.M. y Casas, A. (2013). “Los sistemas agroforestales tradicionales

- de México: Una aproximación biocultural”, en *Botanical Sciences*, Núm. 91 (4), pp. 375-398.
- Muñoz, M. y Mendoza, E. (1996). *Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica*. México: Instituto Nacional de la Nutrición.
- Murgueitio, E., Chará, J., Barahona, R., Cuartas, C. y Naranjo, J. (2014). “Los sistemas silvopastoriles intensivos (sspi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático”, en *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Núm. 3, pp. 501-507.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2018). *Informe Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018*. Estados Unidos: ONU.
- Puma, M. J, Bose, S., Young, S. y Cook, B. (2015). “Assessing the evolving fragility of the global food system”, en *Environmental Research Letters*, Núm. 10, pp. 1-15.
- Reid, H., Alam, M., Berger, R., Cannon, T., Huq, S., y Milligan, A., (2009). “Community-based adaptation to climate change: an overview”, en *Participatory Learning and Action*, Núm. 60, pp. 11–33.
- Reyes, V. y Martí, N. (2007). “Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura”, en *Ecosistemas*, Núm.16 (3), pp. 46-55.
- Rodríguez, V. M., Ruíz, J., Medina, G., Valenzuela, C., Ruvalcaba, J. y Álvarez, A. (2017). “Cambios esperados al uso del suelo en México, según escenario de cambio climático A1F1”, en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Núm. 19, pp. 3979-3992.
- Rucoba, A. y Munguía, A. (2013). “Rentabilidad de jatropha curcas en asociación con cultivos y monocultivo en tierras de temporal en Yucatán”, en *Revista Mexicana de Agronegocios* [en línea], Núm. 33 (Julio-Diciembre). Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14127709016>
- Ruíz, J. A.; Ramírez, J. L., Flores, F. J. y Sánchez, J.J. (2000). “Cambio climático y efectos sobre las áreas potenciales para maíz en Jalisco, México”, en *Revista Fitotecnia Mexicana*, Núm. 2, pp. 183-193.
- Saynes, V., Etchevers, J. D., Paz, F. y Alvarado, L. (2016). “Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas de México”, en *Terra Latinoamericana*, Núm. 34, p. 83-96.
- Sarandón, S.J., Flores, C.C., Gargoloff, N.A. y Blandi, M.L. (2014). “Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores”, En: Sarandón, S.J. y Flores, C.C. (Editores). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, pp. 375-410. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (SEMADET). (2018). *Programa Estatal para la Acción ante el Cambio Climático del Estado de Jalisco*. México: SEMADET. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en: https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/programa_estatal_para_la_accion_ante_el_cambio_climatico_peacc_1.pdf
- Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2018). *Estadística de Producción Agrícola 2013*. México: SAGARPA. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
- Stern, N. (2007). *The economics of climate change: the Stern review*. Reino Unido: Cambridge University Press.
- Stupino, S., Iermanó, M.J., Gargoloff, N.A. y Bonicatto, M.M. (2014). “La biodiversidad en

- los agroecosistemas”, en Sarandón, S.J. y Flores, C.C. (Editores). *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección libros de cátedra*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, pp. 131-158. Recuperado 30/diciembre/2018, Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/37280>.
- Tinoco, J. A., Gómez, J. D. y Monterrosa, A. (2010). “Efectos del cambio climático en la distribución potencial del maíz en el estado de Jalisco, México”, en *Terra Latinoamericana*, Núm. 29, pp. 161-168.
- Toledo, V. M. y Alarcón, P. (2012). “La Etnoecología hoy: Panorama, avances, desafíos”, en *Etnoecológica*, Núm. 9 (1), pp 1-16.
- Toledo, V.M. y Barrera, N. (2008). *La Memoria Biocultural. La Importancia Ecológica de las Sabidurías Tradicionales*. España: Icaria Editorial.
- Toledo, V.M. 2002. “Ethnoecology: a conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature”, en Stepp, J.R., Wyndham, F.S. y Zarger, R.K. (Coords.). *Ethnobiology and Biocultural Diversity: Proceedings of the 7th International Congress of Ethnobiology*, pp. 511-522.
- Toledo, V.M., Alarcón, P., Moguel, P., Olivo, M., Cabrera, A., Leyequien, E. y Rodríguez, A. (2001). “El atlas etnoecológico de México y Centroamérica: fundamentos, métodos y resultados”, en *Etnoecológica*, Núm. 8/9, pp. 7-41.
- Uzcátegui, C., Zaldumbide, D., y González, A. I. (2017). “Agricultura urbana sobre la base de sostenibilidad de las ciudades”, en *Revista Científica Agroecosistemas*, Núm. 5 (1), pp. 84-89.
- Valdés, C., 2003. “La sostenibilidad biofísica de los agroecosistemas: componente básico del desarrollo local”, en *Revista Internacional de Desarrollo Local*, Núm. 6, pp. 67-76.
- Valdés, N., Pérez, D., Márquez, M., Angarica, L. y Vargas, D. (2009). “Funcionamiento y balance energético en agroecosistemas diversos”, en *Cultivos Tropicales*, Núm. 2, pp. 36-42.
- Weitzman, M.L. (2009). “On modeling and interpreting the economics of catastrophic climate change”, en *Rev. Econ. Stat.*, Núm. 91 (1), pp. 1–19.
- Woodcock, B.A. y Pywell, R.F. (2010). “Effects of vegetation structure and floristic diversity on detritivore, herbivore and predatory invertebrates within calcareous grasslands”, en *Biodiversity & Conservation*, Núm. 19, pp. 81-95.