



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

VULNERABILIDAD DE LOS BOSQUES EN LA
RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA
GUANAJUATO, BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO
CLIMÁTICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:

MARISOL REYES GARCÍA

DIRECTORA DE TESIS:

DRA. LETICIA GÓMEZ MENDOZA

Ciudad Universitaria, México, D.F., 2014





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres: Lupe y Nere

*Por darme todo,
por su cariño y apoyo incondicional,
por su dedicación y ejemplo,
por compartir sus sueños conmigo,
y brindarme la oportunidad de estudiar.*

A mis hermanos: Judy y Gus

*Por soportarme, quererme,
comprenderme y apoyarme.
Por estar siempre a mi lado.*

A Kichu.

A las comunidades de la Sierra Gorda de Guanajuato

*¡Seré y soy serrano sobre de este mundo!
y en mi ser mestizo
hay gotas de sangre de indio chichimeca
que me enorgullecen en lo más profundo
soy hijo por cierto de un vientre fecundo
engendrado en fiestas y melancolía
guerrero indomable de la serranía
y lirio morado corazón de encino
pájaro volando y piedra en el camino.
Viví en mis abuelos la guerra cristera
pase fríos y hambres, me escondí en el monte
vi lunas y soles en el horizonte
tentando los tiros en la carrillera
combatí, me ahorcaron, vi mi calavera
renacer mil veces en la lotería,
de la orden terciaria e hijo de María
soy por obra y gracia de la providencia
y espero irme al ciemo si Dios da licencia.
Luego cambie las milpas por los socavones
güingaro por pico, yunta por barreno
cuando las bonanzas goce de lo bueno
pero en esas minas deje mis pulmones
y cuando se fueron los gringos panzones*

*regrese a la siembra y a lo que tenía
¡pero ya no pude con la tropelía
de ideas, deseos, cosas, que se me hacia nudo!
y anduve en mil jales por donde se pudo
¡días en California, días en Texas me halló!
o vivo en el rancho como se verá
¡soy el que se queda, soy el que se va!
y monto y manejo pick up y caballo
¡Si antes me chiveaba ahora no me calló!
pregunto me informo y vivo más al día
ya tengo espolones, mi sangre es bravía
y sobre el palenque de los hechos reales
¡ya no me intimidan los tales por cuales!
puedo traer huaraches o botas vaqueras
puedo usar sombrero de palma o tejana
tener ya mi casa que vale una lana
o el jacal de adobe con sus dos soleras
pero soy él mismo que anda en las fronteras
y él que nunca sale de su ranchería
él que tuerce el ixtle y él que desafía
él que se enamora y él que se encabrita
y él que baila sones, cumbia o quebradita.
Xichú, Guanajuato cuna y alma mía
nacé en esos cerros, soy rancharo y qué
¡ande yo donde ande, serás mi alegría
y el dulce regazo donde quedaré!*

VENGO DE LA SIERRA GORDA

Guillermo Velázquez y

Los Leones de la Sierra de Xichú

Agradecimientos

A la *Universidad Nacional Autónoma de México*, por brindarme la formación profesional, la oportunidad de vivir experiencias inolvidables y realizar un sueño.

A la *Dra. Leticia Gómez* por todo el apoyo, la paciencia y las oportunidades que me han permitido continuar capacitándome y por la valiosa asesoría en el desarrollo de esta tesis.

A los miembros del jurado: al *Mtro. José Manuel Espinoza*, a la *Mtra. Angélica Franco*, a la *Mtra. María Pérez Martín* y al *Dr. Abraham Navarro*; por el tiempo dedicado en la revisión de esta tesis y las valiosas observaciones para mejorarla.

Al *Dr. Antonio Avalos* y al *Ing. Carlos Abrego* de la Agenda Ambiental de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por el invaluable apoyo para la realización del trabajo de campo, el tiempo y la disposición de ayuda en este proyecto.

Al personal de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato: al Director *Ing. Víctor Ildelfonso Apolinar*, al Subdirector *Mtro. Luis Felipe Vázquez* y al *Lic. Francisco Arellano*; por el apoyo, tiempo brindado y la información proporcionada.

Al *Ing. Fausto Martínez Contreras*, de la Promotoría de Desarrollo Forestal San Luis de la Paz, por el tiempo para la entrevista y compartir su visión y conocimiento sobre la problemática que afecta los bosques en el noreste de Guanajuato.

A la *Profra. María de Lourdes Velázquez Salinas* de la Dirección de Desarrollo Económico, Presidencia Municipal de Xichú, Guanajuato; por permitir entrevistarla y darme la oportunidad de conocer los problemas que enfrenta la población del municipio de Xichú.

Al Dr. *Juan Matías Méndez Pérez* por el curso impartido sobre manejo de GETM LARS.

Al equipo de trabajo *Sierra Gorda Guanajuato* integrado por: *Lourdes Bello* y *Abigail Cruz*, por compartir el interés en esta área de estudio, por su compañía en esta aventura y sus observaciones para mejorar esta tesis.

Al *Seminario de Cambio Climático y Biodiversidad*, por impulsar el interés en temas geográficos de actualidad, que permiten desarrollar nuestras habilidades, capacidades, aprendizajes y experiencias.

Al *Geóg. Rutilio* y los "*SIGson*", por la oportunidad de desarrollarme profesionalmente, conocer más sobre el sector forestal, y, por los consejos y motivación para terminar la tesis.

A las familias *García Espínola* y *Reyes Gallegos* por el apoyo e interés mostrado en el desarrollo de este trabajo.

A *Abigail, Alejandro* y *Javier* ya que su apoyo a lo largo de estos años, me ha permitido encontrar en ustedes grandes amigos y colegas.

A los *PP's* y a *Susie*, por su amistad y apoyo incondicional en el comienzo de esta aventura.

Esta investigación fue apoyada por:

El **Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza (PAPIME)**, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA), UNAM; dentro del proyecto: *Mejoramiento y Actualización de la enseñanza en Climatología del Colegio de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras UNAM*, con clave PE301212, a cargo de la Dra. Leticia Gómez Mendoza.

El **Proyecto de Investigación de la Facultad de Filosofía y Letras (PIFFyL) 2010_007** *Cambio Climático y sus implicaciones en la Biodiversidad*, responsable Dra. Leticia Gómez Mendoza.

La **Universidad Autónoma de San Luis Potosí** a través de la *Agenda Ambiental*.

ACRÓNIMOS

ANP Área Natural Protegida

CMNUCC Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

CONAFOR Comisión Nacional Forestal

CONAGUA Comisión Nacional de Agua

CONANP Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas

ECCAP Estrategia de Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas

GEI Gases de Efecto Invernadero

IEE Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato

INE Instituto Nacional de Ecología

INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

IPCC Panel Intergubernamental de Cambio Climático

MDL Mecanismo de Desarrollo Limpio

PACMUN Plan de Acción Climática Municipal

PEACC Programa Estatal de Acción ante Cambio Climático

PECC Programa Especial de Cambio Climático

PECCEG Programa Estatal de Cambio Climático del Estado de Guanajuato

PET Programa de Empleo Temporal

PROCOCES Programa de Conservación para Desarrollo Sustentable

PROCYMAF Programa de Conservación y Manejo sustentable de recursos Forestales

PRODEFOR Programa de Desarrollo Forestal

PRODEPLAN Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales

PRONARE Programa Nacional de Reforestación

PROVICOM Programa de Vigilancia Comunitaria

RBSGGto Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato

SEMARNAT Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

ÍNDICE GENERAL

Introducción.....	5
i Justificación.....	7
ii Planteamiento del problema.....	7
iii Objetivos.....	8
iv Pregunta de investigación	9
v Marco teórico	9
vi Metodología	17
Capítulo 1. Características físicas y socioeconómicas de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato	24
1.1 Decreto	24
1.2 Localización.....	24
1.3 Fisiografía y geología	25
1.4 Hidrología.....	26
1.5 Edafología	27
1.6 Tipo de vegetación y flora	27
1.7 Fauna	28
1.8 Población	29
1.9 Actividades económicas	32
Capítulo 2. Diagnóstico de la vulnerabilidad actual de los bosques	34
2.1 Tipos de bosques	34
2.1.1 Bosque tropical caducifolio (BTC)	35
2.1.2 Bosque de pino (BP)	37
2.1.3 Bosque de pino-encino, encino-pino (BPE, BEP).....	37
2.1.4 Bosque de encino (BE)	39
2.1.5 Bosque mesófilo de montaña (BMM)	40
2.2 Localidades en bosques.....	40
2.3 Producción forestal.....	42

2.4	Vulnerabilidad actual por factores antropogénicos	44
2.4.1	Cambio de uso de suelo	44
2.4.2	Tala clandestina, uso de leña y saqueo de especies	48
2.4.3	Tenencia de la tierra.....	50
2.4.4	Incendios	52
2.5	Impacto de las actividades antropogénicas	53
Capítulo 3. Vulnerabilidad de los bosques bajo cambio climático		60
3.1	Escenarios regionalizados de cambio climático para la RBSGGto.....	60
3.2	Objetos de conservación y atributos ecológicos	62
3.3	Análisis de la vulnerabilidad bajo cambio climático sobre bosques de la RBSGGto.....	63
3.3.1	Cambio en la distribución de los bosques.....	63
3.3.2	Riesgo de incendios forestales.....	65
3.3.3	Plagas.....	67
3.3.4	Demanda de agua	69
3.4	Hipótesis de cambio	70
3.5	Amenazas actuales exacerbadas ante cambio climático	71
3.6	Corredores y áreas de conectividad	72
Capítulo 4. Opciones de adaptación a cambio climático para los bosques		74
4.1	Programas de conservación y restauración	75
4.2	Objetivos de adaptación ante cambio climático en los bosques	78
4.3	Opciones de adaptación al cambio climático en bosques.....	79
4.4	Diferencias en las estrategias de conservación entre Sierra Gorda Querétaro y Sierra goda Guanajuato.	80
Conclusiones		84
Referencias		86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.	Árbol de Problemas: Deforestación de ecosistemas forestales.....	12
Figura II.	Criterios del proceso de Montreal para el Manejo Forestal Sustentable	14
Figura III.	Ciclo del manejo de proyectos	18
Figura IV.	Etapas de la investigación	19
Figura V.	Preguntas de las entrevistas a actores clave	21
Figura 1.1.	Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato	25
Figura 1.2.	Localidades por número de habitantes en 2010	30
Figura 1.3.	Gráfica de la población por grupos de edad en 2010	31
Figura 1.4.	Proyecto ecoturístico El Platanal, Xichú.....	33
Figura 2.1.	Uso de suelo y vegetación de la RBSGGto	35
Figura 2.2.	Bosque de pino-encino.....	38
Figura 2.3.	Producción Forestal Maderable del Estado de Guanajuato 1996-2010.....	42
Figura 2.4.	Cambio de uso de suelo en bosques 1976-2008	45
Figura 2.5.	Área agrícola junto a bosque de pino-encino	45
Figura 2.6.	Construcción de la cortina de la presa El Realito	46
Figura 2.7.	Concesiones mineras en la RBSGGto	48
Figura 2.8.	Cerca con postes de madera en Joya Fría, Victoria	49
Figura 2.9.	Leña en Joya Fría, Victoria.....	50
Figura 2.10.	Mapa núcleos agrarios en la RBSGGto.....	52
Figura 2.11.	Construcción de vías de comunicación	54
Figura 2.12.	Algunos impactos de la construcción de la Presa el Realito	55
Figura 2.13.	Mapa degradación del suelo en la RBSGGto.....	58
Figura 2.14.	Erosión hídrica y pérdida de suelo en San Agustín, Victoria.....	59
Figura 3.1.	Sinergias adversas vinculadas al cambio climático	66
Figura 4.1.	Proyecto de Restauración Ecológica San Jerónimo	75
Figura 4.2.	Comité de Vigilancia Comunitaria, Ejido el Carricillo	76
Figura 4.3.	Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.	Evolución temporal de la superficie de bosques en México	11
Tabla II.	Especies forestales evaluadas	16
Tabla 1.1.	Flora en riesgo de acuerdo a la NOM-059 SEMARNAT-2010	28
Tabla 1.2.	Población en la RBSGGto	31
Tabla 2.1	Superficie de los tipos de vegetación y usos de suelo en la RBSGGto	34
Tabla 2.2.	Programas de Manejo Autorizados	43
Tabla 2.3.	Incendios registrados en la RBSGGto 2008-2012	53
Tabla 3.1.	Posibles cambios en la temperatura y precipitación	61
Tabla 3.2.	Modelos de distribución potencial de la vegetación.....	64
Tabla 3.3.	Probabilidad de presencia de especies exóticas invasoras	68

INTRODUCCIÓN

El cambio climático actualmente representa una amenaza creciente para los ecosistemas y la población, no sólo del país, sino de todo el mundo (CONANP, 2010a). Por ello, es vital identificar la vulnerabilidad de los ecosistemas que por un lado, se ven afectados por actividades antropogénicas que los deterioran y fragmentan y, por el otro, las condiciones de un clima que cambia rápidamente y ante el cual, aún se desconoce si los ecosistemas podrán adaptarse. Identificar la vulnerabilidad resulta indispensable, ya que, se pueden planear estrategias de adaptación que mejoren la resistencia y resiliencia de los ecosistemas.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son en sí, una estrategia de adaptación, ya que su objetivo es conservar y restaurar ecosistemas. Sin embargo, prevalece la incertidumbre sobre cómo se verán afectadas ante los impactos del cambio climático. Como consecuencia, en 2010, se dio a conocer la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Naturales Protegidas que tiene como objetivos: aumentar la capacidad de los ecosistemas frente al cambio climático y contribuir a la mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Además un año después se publicó la Guía para la elaboración de programas de adaptación ante cambio climático en ANP, en un esfuerzo por incluir y orientar acciones en el contexto del cambio climático en las Áreas Naturales Protegidas.

Este trabajo intenta contribuir a lo anterior con la identificación de la vulnerabilidad actual de los bosques ante los factores antropogénicos y ante los impactos del cambio climático en la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato (RBSGGto), de manera que la población que vive en el bosque y aprovecha los recursos y servicios que proporcionan, realice un manejo sustentable que contribuya con la conservación y restauración de los mismos, mediante estrategias que ayuden a reducir esta vulnerabilidad y hacia una mejor adaptación.

La primera parte de este trabajo es una visión general, se incluyen la justificación, el planteamiento del problema, los objetivos, la pregunta de investigación, el marco teórico y la metodología.

En el primer capítulo se describen las características físicas y socioeconómicas de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato.

El segundo capítulo es un diagnóstico de los bosques que existen en la RBSGGto, las poblaciones que los habitan, así como la producción forestal maderable y no maderable. Además, se identifican las principales actividades que actualmente vulneran los bosques.

En el tercer capítulo se aborda la vulnerabilidad de los bosques y de algunas especies amenazadas ante los impactos del cambio climático, lo cual se logra, por medio de hipótesis de cambio, que ayudan a considerar los posibles efectos de los impactos del cambio climático sobre las especies y grupos vulnerables.

En el cuarto capítulo se analizan algunas estrategias impulsadas por el personal de la RBSGGto que contribuyen a disminuir la vulnerabilidad; además, se proponen opciones para la adaptación en los bosques, se consideran los posibles impactos del cambio climático e involucran a los actores clave para facilitar la implementación y el seguimiento.

En la parte final se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones a las que se llegó después de realizar las investigaciones para este trabajo.

i. JUSTIFICACIÓN

La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato resguarda selvas y bosques importantes a nivel estatal y local, resulta relevante estudiar el área ya que aún no existen estudios detallados sobre los bosques y sobre cómo pueden contribuir a contrarrestar los efectos del cambio climático. De aquí que identificar la vulnerabilidad de los bosques en la RBSGGto, puede facilitar el diseño de estrategias de adaptación al cambio climático, para lograr un mejor manejo de los bosques y contribuir en la mitigación y adaptación ante el cambio climático.

ii. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre los ecosistemas que pueden resultar más vulnerables por el incremento en la temperatura por el cambio climático están los bosques, debido a que son ecosistemas de clima templado (Villers y Trejo, 2004); además, están expuestos a constantes presiones antropogénicas. La deforestación y degradación de los bosques contribuyen a exacerbar el problema del cambio climático, con casi 20% del total de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (CONAFOR, 2010b). Todo lo anterior implica una pérdida en la capacidad de los bosques para proporcionar servicios ambientales, afectando principalmente a las comunidades rurales que dependen de ellos (Seppälä, 2009).

Las Áreas Naturales Protegidas no están exentas de estas presiones y tampoco de los impactos del cambio climático. Sin embargo, la vulnerabilidad de los bosques ante el cambio climático aún no se ha considerado en los programas de manejo de las ANP. Por lo anterior, se requiere de estudios más detallados sobre los modelos climáticos y sobre la vulnerabilidad a nivel regional o local, para identificar posibles impactos en los bosques (Gómez *et al.*, 2009) y las mejores estrategias encaminadas a la adaptación al cambio climático. La Estrategia de Cambio Climático en Áreas Naturales Protegidas (ECCAP) y la Guía para elaborar programas de adaptación al cambio climático en ANP, representan un avance importante en la generación de información y conocimiento sobre los posibles impactos del cambio climático sumando esfuerzos para lograr una mejor adaptación.

Actualmente, la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato no cuenta con un programa de manejo, la información sobre cambio climático es escasa y se enfoca principalmente en la mitigación. No se conoce un estudio detallado de los posibles impactos y la vulnerabilidad de los bosques ante el cambio climático, ni de los posibles efectos en las localidades que los habitan. Esta tesis, basándose en la Guía para elaborar programas de adaptación a cambio climático, intenta analizar a detalle las causas de la vulnerabilidad en los bosques de la RBSGGto y su potencial condición a futuro, para que, a partir de proyecciones del clima se puedan construir condiciones de posibles impactos (CONANP-FMCNAC-TNC, 2011); con ello, se disminuye una parte de la incertidumbre (Seppälä, 2009) y se contribuye al diseño de estrategias de adaptación que se ajusten a las necesidades locales y que lleven a la reducción de la vulnerabilidad. Los desastres no suceden sólo porque el clima cambie, sino porque es alta la vulnerabilidad de los sistemas naturales y sociales ante condiciones extremas del clima, en particular cuando los sistemas naturales han sido fragmentados o degradados (CONANP, 2010a).

iii. OBJETIVOS

Objetivo General:

Identificar la vulnerabilidad de los bosques causada por amenazas antropogénicas y cómo éstas pueden intensificar los impactos del cambio climático en la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato.

Entre los objetivos particulares derivados del anterior se encuentran:

- a) Identificar las amenazas antropogénicas que presionan los bosques
- b) Priorizar los impactos del cambio climático en los bosques de la RBSGGto.
- c) Formular *hipótesis de cambio* sobre los bosques ante cambio climático.
- d) Identificar estrategias que contribuyan a reducir la vulnerabilidad actual y futura para una mejor adaptación ante el cambio climático.

iv. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Las actividades antropogénicas afectan el estado los bosques, los deterioran y fragmentan, lo que implica que sean más vulnerables ante la amenaza del cambio climático. Los bosques al ser ecosistemas templados, posiblemente resulten más sensibles, al incremento de la temperatura, lo que aunado al de deterioro, puede resultar en la perdida importante de superficies boscosas y también de servicios ambientales. De no aplicar medidas que contribuyan a reducir la vulnerabilidad causada por factores antropogénicos, los impactos del cambio climático pueden ser más severos y afectar a la población que depende de los recursos forestales.

v. MARCO TEÓRICO

Clima y ecosistemas

El clima está determinado por factores como la latitud, la longitud, la altitud, la fisiografía y la continentalidad de un lugar. Conforman los patrones básicos de la estructura y funcionamiento de un ecosistema que, al mismo tiempo, influyen en la distribución, desarrollo, evolución y abundancia de los organismos. Comprender esta relación es indispensable, ya que las especies se encuentran adaptadas a un clima y ecosistema específico, resultado de millones de años de evolución (Carranza *et al.*, 2012).

En el planeta se han presentado cambios climáticos que han modificado la biodiversidad, pero las actividades humanas han impactado en tal grado el equilibrio del sistema climático, que en años recientes se presenta un calentamiento global antropogénico que de acuerdo con el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), se debe a las altas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera.

Bosque y servicios ambientales

Existen diversas definiciones de bosque, generalmente se refieren a la vegetación arbórea de clima templado y semifrío en las cadenas montañosas. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2008) considera a la vegetación forestal de clima templado con cobertura de copa mayor al 10% de la superficie que ocupa que debe ser mayor a 1 500

m², e todos los tipos de bosque señalados por INEGI. La CONAFOR (2010b) considera que son aquellas tierras que se extienden por más de 0.5 ha con árboles de 5 m de altura o más y la cobertura de dosel superior a 10%.

Según los Acuerdos de Marrakech, los bosques deben ocupar una superficie mínima de tierras de 0.05-1 ha, con una cobertura de copas de al menos 10-30% y con árboles de alturas mínimas de 2-5 m (PNUD, 2008). El INEGI y la SEMARNAT acordaron para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que mínimamente debe tener 1 ha y una cobertura de copa que exceda el 30%, y la altura mínima de 4m en su madurez *in situ* (CONAFOR, 2010b).

Según la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, los servicios ambientales son los beneficios que generan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, como provisión del agua en calidad y cantidad; captura de carbono y generación de oxígeno; amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales, modulación o regulación climática; protección de la biodiversidad, los ecosistemas y las formas de vida; protección y recuperación de suelos; y paisaje y recreación, entre otros.

Sin embargo, el suministro de servicios ambientales depende de la capacidad de regeneración de los ecosistemas lo que, a su vez, depende de su estado de conservación y del mantenimiento de complejas interacciones biológicas, químicas y físicas, que actualmente se encuentran amenazadas por el incesante incremento en la demanda de materias primas y bienes a costa del capital natural (CICC, 2007).

Vulnerabilidad actual de los bosques y vulnerabilidad ante cambio climático

En términos generales, la vulnerabilidad es el grado al cual una unidad de exposición es susceptible a daños debido a su exposición a disturbios o a presiones junto con su capacidad o falta de ella para enfrentarlos, recuperarse o adaptarse (convertirse en un sistema nuevo o extinguirse) (Karsperson, 2000; en Downing y Patwardhan, 2005). Los bosques están expuestos a una diversidad de presiones que han ocasionado su deterioro o sobreexplotación. En la Tabla I se muestra que en 1993 existían cerca de 69,229,304 ha

de bosques templados y selvas, superficie que se redujo a 65,267,228 ha, en 2007. Se calcula que los bosques primarios entre 2002 y 2007 se redujeron en 219,546 ha, mientras que los bosques secundarios, en 556,215 ha (CONAFOR, 2010b).

Tabla I. Evolución temporal de la superficie de bosques en México (Hectáreas).

Tipo de Bosque	1993	2002	2007
Coníferas	8,101,347	7,835,867	7,840,507
Coníferas y Latifoliadas	13,331,923	13,015,211	12,970,766
Latifoliadas	13,308,954	12,922,674	12,916,839
Selvas altas y medianas	15,591,325	14,590,797	14,166,886
Selvas bajas	17,913,438	16,731,083	16,380,316
Otras asociaciones forestales arboladas	982,317	947,355	991,914
Total de bosque	69,229,304	66,042,987	65,267,228

Fuente: CONAFOR, 2010b.

La principal causa de la deforestación y la degradación de los bosques es el cambio de uso de suelo forestal a actividades agropecuarias y a usos urbanos e industriales, actividades que contribuyen a generar Gases de Efecto Invernadero y a disminuir los sumideros de carbono y otros servicios ambientales que proporcionan los bosques (CICC, 2007).

Existen otros factores (Figura I) como la marginación rural, la corrupción y la escasa vigilancia, la falta de organización comunitaria y administración ineficiente de ejidos y comunidades que, aunados a una limitada cultura forestal, encabezan el problema.

Estas actividades provocan que los bosques y selvas se fragmenten (proceso previo a la deforestación), por ello, son ecosistemas vulnerables, y son áreas prioritarias para la conservación, manejo y restauración, ya que albergan gran biodiversidad y proporcionan servicios ambientales (CONAFOR, 2010a).

El cambio climático representa una amenaza para los ecosistemas, sobre todo si se encuentran fragmentados, lo que reduce su capacidad de adaptación. La incertidumbre asociada al cambio climático no puede significar una excusa para la inacción o para posponer toda acción hasta contar con un conocimiento científico detallado de los impactos y las respuestas correspondientes (Magaña, en CONANP-FMCNAC-TNC, 2011).

Por ello, es importante considerar cuán vulnerable será un ecosistema ante los impactos del cambio climático.

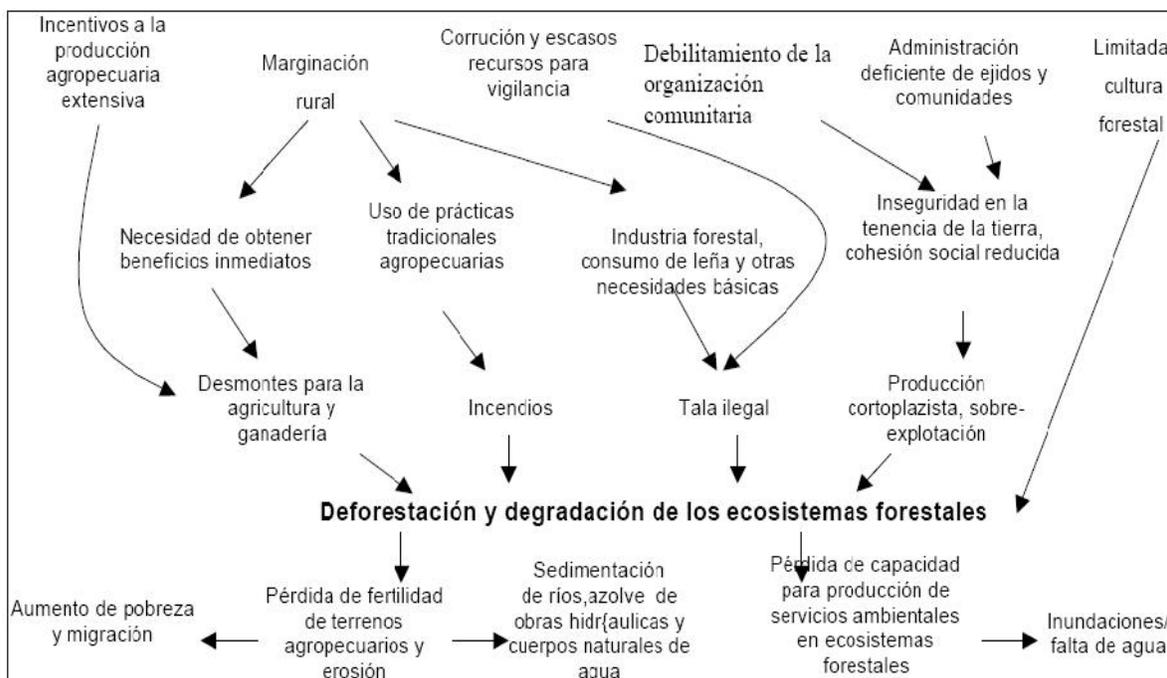


Figura 1. *Árbol de Problemas: Deforestación de ecosistemas forestales.*

Fuente: CONAFOR, 2001.

En relación con la biodiversidad y el cambio climático, la vulnerabilidad es el grado al cual una especie o población está amenazada con declinar, reducir su capacidad de adaptación tener pérdidas genéticas o extinguirse por los impactos del cambio climático. Tiene tres componentes principales: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2007).

La evaluación de la vulnerabilidad derivada del cambio climático deberá considerar: la naturaleza y magnitud de la variabilidad climática, el capital natural y humano en riesgo, y la capacidad de las comunidades y ecosistemas para adaptarse y afrontar los impactos de este fenómeno (CONANP, 2010a).

Adaptación al cambio climático

La tendencia en la adaptación al cambio climático es analizar con detalle las causas de la vulnerabilidad y su potencial condición a futuro para que a partir de proyecciones del clima se puedan construir condiciones de posibles impactos (CONANP-FMCNAC-TNC,

2011). Resulta indispensable la implementación de medidas que lleven a la reducción de la vulnerabilidad para disminuir los posibles impactos del cambio climático (CONANP, 2010a).

El manejo de las Áreas Naturales Protegidas y su zona de influencia deberá incrementar la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y promover condiciones favorables para su adaptación. Se busca fortalecer las capacidades de los actores locales; impulsar medidas que favorezcan una mayor resiliencia de los ecosistemas; reducir la vulnerabilidad de la población que habita en las Áreas Protegidas y mantener los productos y servicios que los ecosistemas ofrecen (*ibíd.*).

La adaptación basada en ecosistemas cubre un rango de estrategias en las que el manejo de ecosistemas, la restauración ecológica y los usos de la biodiversidad son modificados o diversificados para conferir una mayor resiliencia a los ecosistemas naturales y a las especies que los conforman, los paisajes productivos, las poblaciones humanas rurales y urbanas y los modos de vida, frente a un cambio climático acelerado. Contribuye a disminuir la vulnerabilidad y aporta beneficios sociales y económicos. Los ecosistemas son más resilientes y resistentes ante cambio climático y con ello al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (CONANP-FMCNAC-TNC, 2011).

Manejo forestal sustentable

Es el proceso que comprende el conjunto de acciones y procedimientos que tienen por objeto la ordenación el cultivo, la protección, la conservación, la restauración y el aprovechamiento de los recursos de un ecosistema forestal, considerando los principios ecológicos, respetando la integridad funcional e interdependencia de recursos y sin que merme la capacidad productiva de los ecosistemas y recursos existentes en la misma (LGDFS, 2008). Para evaluar el manejo forestal sustentable existen criterios que ayudan a determinar si se está lejos o acerca de la sustentabilidad (Figura II) y son una guía para la regulación y seguimiento de políticas nacionales.

La Estrategia para el Desarrollo Forestal Sustentable, a través del Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR), el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN) y el Programa de Conservación y Manejo Sustentable de

Recursos Forestales (PROCYMAF), invertirá en el desarrollo de la silvicultura para combatir la pobreza en áreas forestales y, al mismo tiempo, ayuda a reducir las emisiones GEI de la atmósfera (CONAFOR, 2001).

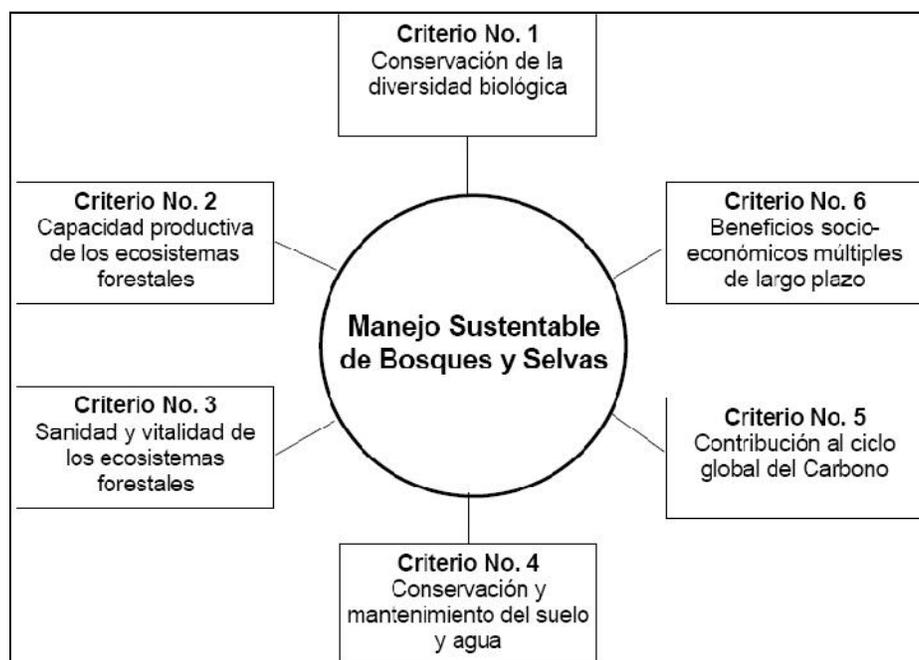


Figura II. Criterios del proceso de Montreal para el Manejo Forestal Sustentable.

Fuente: CONAFOR, 2001.

Iniciativas de conservación y manejo de los bosques ante cambio climático

Desde 1992, cuando México firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y luego, en 1997, cuando firmó el Protocolo de Kioto, se comprometió a desarrollar programas, estrategias y acciones en materia de cambio climático (Gómez, *et al.*, 2009). A la fecha ha presentado cinco Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC, donde se plantean los avances en materia de cambio climático por sector a nivel nacional.

Para el sector forestal, en 1997, cuando se realizó la Primera Comunicación, se presentaron estudios de las relaciones entre los patrones de distribución de la vegetación y las condiciones ambientales en escala temporal y espacial, se utilizaron modelos de clasificación de la vegetación y modelos de cambio climático. El resultado fue un mapa de

sensibilidad de la vegetación donde la Sierra Madre Occidental, el Cinturón Volcánico Transversal y los bosques mesófilos de montaña, al oriente de Oaxaca y en la zona de Comitán, Chiapas, resultaron como las áreas más sensibles al cambio climático (*ibíd.*).

La segunda Comunicación Nacional, en 2001, señaló que existen diversos programas que, al incentivar el desarrollo y cuidado de los bosques, incrementan la capacidad de estos para reducir el CO₂, ya que, actúan como sumideros de carbono, por ello, se consideran como programas viables para la mitigación ante el cambio climático, el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), el Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales, el Programa para Desarrollo Forestal, el Programa de la Defensa Forestal, el Programa Nacional de Protección contra Incendios Forestales y el Programa Nacional de Sanidad Forestal (*ibíd.*).

En 2006, la Tercera Comunicación dio a conocer los resultados de las simulaciones con modelos de cambio climático. El primero bajo el modelo GFDL y escenario socioeconómico A2¹, y el segundo bajo el modelo HADLEY para el escenario B2², proyectados al 2020 y 2050. El cambio para el 2020 muestra un aumento del clima cálido húmedo que beneficiará selvas, y un aumento de los secos cálidos, por lo que, la vegetación de zonas templadas será la más afectada y probablemente ceda lugar a matorrales (*ibíd.*).

Un año después, la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático presenta la Estrategia Nacional de Cambio Climático, que contribuye en el proceso nacional para la identificación de oportunidades de reducción de emisiones y desarrollar proyectos de mitigación. Reconoce la vulnerabilidad de los sectores y áreas de competencia, por lo que inicia proyectos para el desarrollo de capacidades nacionales y locales de adaptación y, propone

¹El escenario de emisiones A2 se considera el más similar a la tendencia global actual, ya que se caracteriza por el aumento gradual y continuo de la población, el desarrollo económico regional con un rápido crecimiento per cápita y la introducción de nuevas tecnologías es fragmentada y lenta, lo que impide tener una plena conciencia ambiental.

²El escenario B2 está orientado hacia la protección del medio ambiente, la equidad social a nivel local y regional, y la sustentabilidad social y ambiental. Presenta menores incrementos en la población que el escenario A2, los niveles de desarrollo económico y de desarrollo tecnológico son intermedios y no tan rápidos.

líneas de acción, políticas y estratégicas como base para un Programa Especial de Cambio Climático (CICC, 2007).

En la Cuarta Comunicación de 2009 se realizó un análisis de los impactos del cambio climático mediante la simulación de la distribución potencial de 16 especies forestales (Tabla II) en la República Mexicana, para un escenario base y tres modelos de cambio climático (GFDL-CM_2.0, MPI-ECHAM_5, HADGEM-1) bajo los escenarios socioeconómicos A2 y B2 a los horizontes de tiempo 2030 y 2050. En los resultados de las tres simulaciones, la mayoría de las especies de zona templada y semiárida sufre una disminución en la distribución potencial, debido al aumento de la temperatura y disminución de la precipitación a lo largo del año. En la zona tropical los resultados se polarizan ya que algunas especies incrementan su superficie y en otras se disminuye o desaparece (Gómez *et al.*, 2009).

Tabla II. Especies forestales evaluadas.

Zona climática	Especies Forestales
Templada	<i>Abies religiosa, Pinus ayacahuite, Pinus patula, Pinus cembroides, Pinus durangensis, Pinus pseudostrobus, Cupresus lindleyi</i>
Tropical	<i>Cedrela odorata, Swietenia macrophylla, Brosimum alicastrum, Tectona grandis, Leucaena leucocephala</i>
Semiárida	<i>Agave lechuguilla, Prosopis laevigata, Yucca filifera, Acacia farnesiana</i>

Fuente: Cuarta Comunicación Nacional, Sector Forestal, 2009.

El mismo año también se publicó el Programa Especial de Cambio Climático (PECC), el cual compromete a las dependencias del gobierno federal con objetivos y metas nacionales referentes a mitigación y adaptación para el periodo 2009-2012, este programa es coordinado por la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT, a través de la Dirección General de Políticas de Cambio Climático (CONANP, 2010a).

Entre los avances presentados en la Quinta Comunicación en 2012, destaca la Ley General de Cambio Climático, así como la creación del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, el Sistema Nacional de Cambio Climático y el Fondo para el Cambio Climático. Por otra parte, identifica programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático, como el Programa Estatal de Acción ante Cambio

Climático (PEACC) o el Plan de Acción Climática Municipal (PACMUN). Además, se reconoce la importancia de plantear medidas de adaptación integrales que favorezcan el mantenimiento de los servicios ambientales, por lo que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a través de la ECCAP y la Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en Áreas Naturales Protegidas, contribuye con los objetivos para aumentar la capacidad de adaptación de los ecosistemas y las poblaciones que los habitan, y propuso el proyecto de Fortalecimiento de la efectividad del manejo y la resiliencia de las ANP.

vi. METODOLOGÍA

La base metodológica de este trabajo, es la Guía para elaboración de programas de adaptación, que se fundamenta en el ciclo de manejo de proyectos de los Estándares Abiertos para la Conservación, que utiliza The Nature Conservancy para el manejo adaptativo de proyectos de conservación, el cual, está dirigido a considerar los impactos de cambio climático en las acciones y estrategias de conservación, de manera más sistemática y explícita (TNC, 2009). Además, se complementó con las experiencias de la implementación de la Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas (Figura III) con el fin de facilitar la elaboración de los programas de adaptación al cambio climático en las ANP (CONANP-FMCNAC-TNC, 2011).

Es una metodología para diseñar estrategias de adaptación al cambio climático, orientadas a la conservación y uso sustentable de los ecosistemas, la biodiversidad y los servicios ambientales. Los lineamientos de esta metodología están sujetos a revisión y mejoramiento continuo a partir de las experiencias y aprendizajes obtenidos en su aplicación. Puede orientarse a distintos enfoques y situaciones; sin embargo, su funcionamiento depende de la participación e involucramiento de los actores clave. Intenta basar estrategias en la mejor información científica disponible, aprovechar las capacidades humanas y técnicas existentes; incentivar la colaboración entre tomadores de decisiones y sociedad civil organizada, impulsar alianzas, proyectos y formar capacidades

institucionales para iniciar acciones puntuales de adaptación al cambio climático e implementar proyectos piloto en forma coordinada (*ibíd.*).

El ciclo de manejo de proyectos incluye cinco pasos; aunque, la guía se enfoca en desarrollar los dos primeros: conceptualizar ante el cambio climático y planificar estrategias y monitoreo para la adaptación al cambio climático, se espera que en el futuro puedan incorporarse el resto.

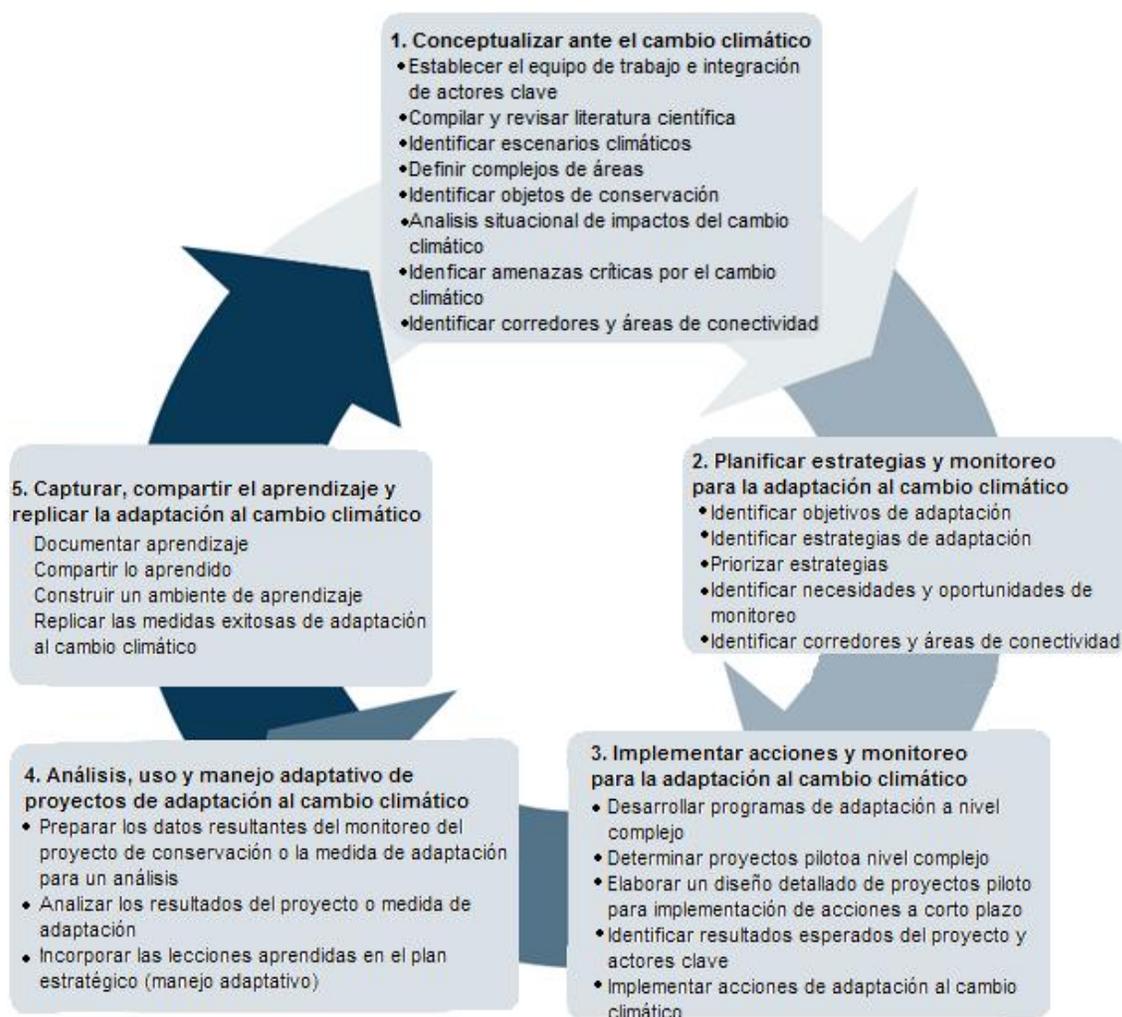


Figura III. Ciclo del manejo de proyectos.

Fuente: CONANP, 2011.

De acuerdo con los objetivos de esta tesis, el método se centra en el primer paso del ciclo de manejo de proyectos. El proceso que se siguió para esta investigación se observa en la

Figura IV. Se comenzó por formar el equipo de trabajo, integrado por Lourdes Bello a cargo de los escenarios climáticos con LARS-WG, Dulce Cruz con el tema de la adaptación a cambio climático y el presente trabajo sobre vulnerabilidad; los tres temas comparten el polígono de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato como sitio de estudio.

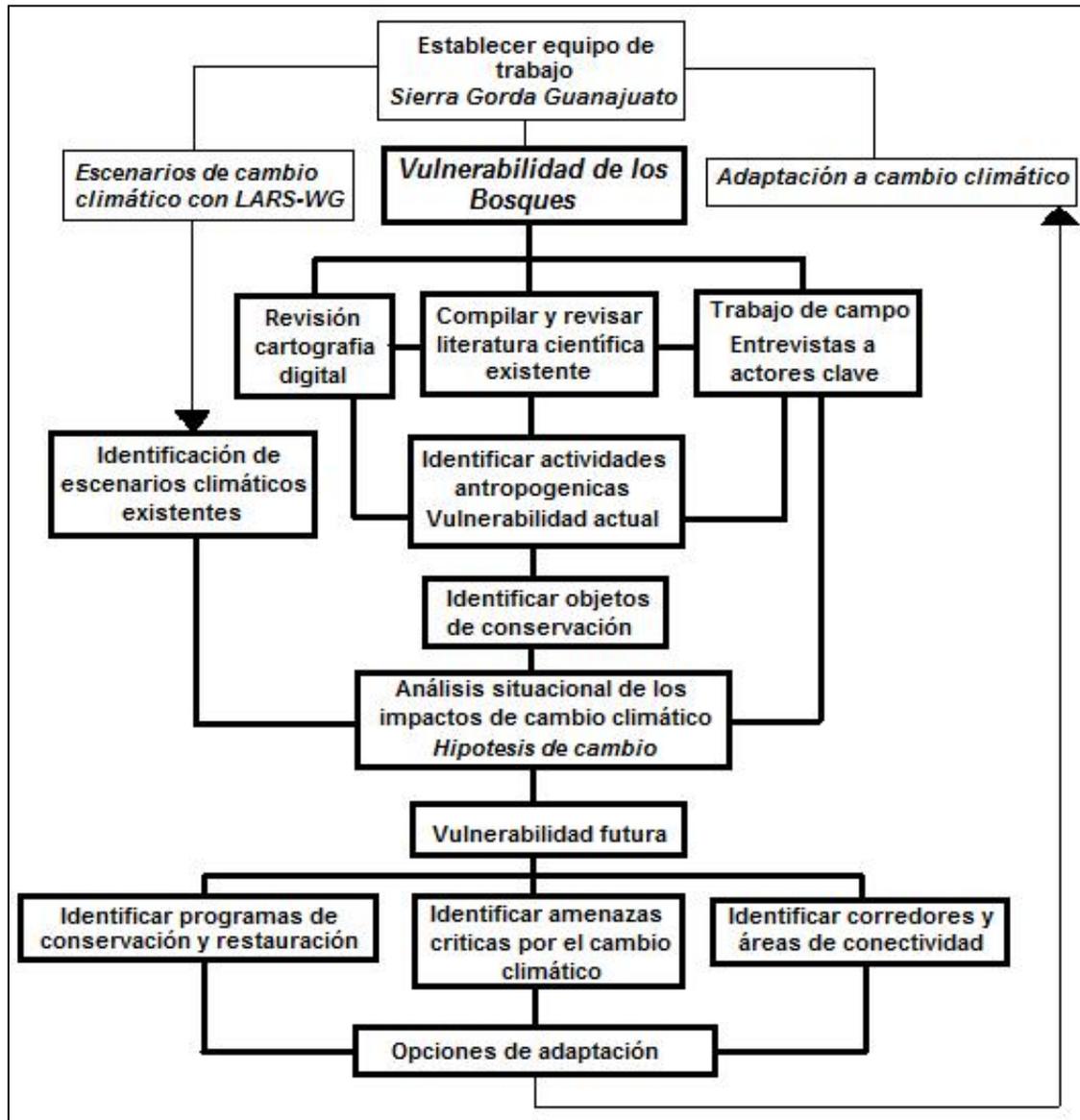


Figura IV. Etapas de la investigación.

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se recopiló y revisó la literatura científica existente, relacionada con las características de los bosques de la RBSGGto y especies clave, las amenazas antropogénicas actuales, los Programas Operativos Anuales y el Programa de Manejo.

Por medio de la plataforma ArcView 3.2 se revisó que la cartografía digital disponible contara con información que permitiera identificar zonas vulnerables, lo que se logró por medio de la sobreposición de capas de información (vegetación, tipos de suelo, hidrología, poblaciones); también se calcularon las superficies de bosque, el número de habitantes y de localidades presentes en la RBSGGto. Para el análisis de las superficies con cambio de uso de suelo, se compararon diversas fuentes cartográficas e informes estatales disponibles que mostraran información detallada, aunque con la limitante de que los métodos empleados para clasificar la vegetación a través del tiempo son distintos.

Después se identificaron los escenarios de cambio climático existentes en la región además de los Escenarios Regionalizados que se generaron por parte del equipo de trabajo; luego se priorizaron los posibles impactos en bosques y en atributos ecológicos clave.

En julio de 2010, se realizó una práctica exploratoria con apoyo de la Agenda Ambiental de Universidad Autónoma de San Luis Potosí y personal de la Reserva de la Biosfera; ambos organizaron talleres participativos en las localidades de la RBSGGto, para incluir las opiniones y conocimientos de los habitantes en el programa de manejo; se visitaron dos localidades: San Miguel de las Casitas y San Diego de las Pitahayas. Se identificó la inconformidad de la población con la declaratoria de la RBSGGto, el desconocimiento sobre las actividades que se podían realizar y una urgente necesidad de la población de obtener resultados por parte de los gobernantes en materia de empleo y apoyos económicos. Parte de los asistentes a estos talleres eran mujeres, adultos mayores y niños, que reconocían la importancia de conservar los bosques sin embargo consideraban que en el futuro la situación será más difícil y la tala de árboles podría incrementarse. Esta visión sobre los bosques motivó el interés sobre el tema de investigación y el sitio de estudio.

En agosto de 2012 se realizó una práctica de campo a la presa El Realito, con el equipo de trabajo Sierra Gorda Guanajuato y con el Ing. Carlos Ábrego de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, responsable de la evaluación del impacto ambiental de la construcción de esta presa; se reconocieron los bancos de material de donde se obtuvo la grava y arena para la construcción de la cortina de la presa, y cómo fueron reforestados. También se visitaron las oficinas de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato, en San Luis de la Paz, donde se tenía una cita para entrevistar al Director de la Reserva el Ing. Víctor Ildelfonso; fue una entrevista semiestructurada (Figura V), con el fin de recopilar información sobre el estado actual de los bosques y amenazas actuales, sobre los programas que se aplican, problemáticas, futuros proyectos y la perspectiva sobre el cambio climático. Se obtuvo información detallada de las actividades que realizan y las problemáticas que enfrentan.

La también se entrevistó al Ing. Fausto Martínez de la Promotoría de Desarrollo Forestal de la Comisión Nacional Forestal (Figura V), para conocer una perspectiva distinta sobre la problemática que enfrentan los bosques en la región, lo que proporcionó a la investigación una visión del uso e importancia de los recursos forestales.

Director de la RBSGGto	Ing. Forestal de la CONAFOR
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué programas aplican en la RBSGGto? 2. ¿Cuál es su percepción sobre el cambio climático? 3. ¿Qué cambios se han observado en la flora y fauna que puedan atribuirse a la variabilidad climática o cambio climático? 4. ¿Cuáles son las problemáticas presentes en la RBSGGto que vulneran los ecosistemas y a la población? 5. ¿Cómo se están adaptando a cambio climático? 6. ¿Qué información general sobre la RBSGGto está disponible para consultar? 	<ol style="list-style-type: none"> a) ¿Cuál es el principal problema de los bosques en la región de Sierra Gorda? b) ¿Qué programas se aplican en los municipios y cuál es la participación de la gente? c) ¿Qué tan frecuentes son los incendios en la región y cuáles son las causas? d) ¿Cuáles son los recursos forestales más utilizados por la población? e) ¿Cómo participa la CONAFOR con la RBSGGto?

Figura V. Preguntas de las entrevistas a actores clave.

Fuente: Elaboración propia

También se recorrió la ruta: San Luis de la Paz-Xichú, donde se observaron diversos tipos de vegetación como matorral y bosque; distintos usos del suelo como pastizales inducidos y áreas agrícolas; algunos sitios con erosión del suelo y cortes de cerros en la carretera que afectan la estabilidad de las laderas, se tomaron fotografías.

En la cabecera municipal de Xichú, se realizó una entrevista desestructurada a la Mtra. María de Lourdes Velázquez de la Dirección de Desarrollo Económico de Xichú para identificar la participación del municipio con la RBSGGto y la percepción sobre el cambio climático. Comentó que la población ha percibido cambios el crecimiento y floración del maíz, el frijol, la manzana, entre otras especies; los habitantes desconocen en que fecha cultivar para obtener mejores cosechas. Posteriormente, se realizaron entrevistas desestructuradas (historia de vida) a siete personas de diferentes edades en Xichú, con el objeto de identificar su percepción sobre los cambios observados en el clima, incendios, recursos forestales utilizados y sobre el tipo de apoyos que reciben por parte de los programas de gobierno y cualquier otra problemática. Se obtuvo información que corroboró la proporcionada por el Director de la Reserva y de algunas fuentes bibliográficas.

En enero de 2013, se visitó al subdirector de la RBSGGto el Mtro. Luis Felipe Vázquez para una entrevista semiestructurada sobre temas como la problemática sobre la tenencia de la tierra, silvicultura comunitaria, cambio de uso de suelo y la instalación de una estación meteorológica además, proporcionó información digital e información sobre el Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM); también, se realizó un recorrido en la zona de bosques templados de San Agustín hacia Puerto de Palmas, para reconocimiento del estado de conservación de los bosques y toma de fotografías.

Por otra parte, en la identificación de los objetos de conservación vulnerables, se consideró la diversidad de ecosistemas y de especies tanto de flora como de fauna, que se intenta proteger en la RBSGGto, como lo señala el decreto. Sin embargo, se priorizó a los bosques, puesto que cubren un alto porcentaje de la superficie de la RBSGGto, y bajo los impactos del cambio climático, pueden afectarse significativamente, lo que repercute en

los servicios ambientales que proveen, especialmente la infiltración de agua y recursos maderables y no maderables. Asimismo, se incluyó la selva baja caducifolia o bosque tropical caducifolio, ya que, su superficie a nivel estatal es de 0.12% y en la RBSGGto juega un papel importante en la conectividad ecológica con la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Querétaro. Además, se consideraron las especies de la flora en riesgo, según la NOM-059-SEMARNAT-2010, que son vulnerables ante las actividades humanas y que también pueden ser afectadas por el cambio climático.

Una vez identificado lo anterior, se procedió con el análisis situacional de los impactos de cambio climático en los objetos de conservación, mediante las *hipótesis de cambio*. Éstas consisten en redactar ideas sobre cómo los impactos del cambio climático afectarían los objetos de conservación y sus atributos ecológicos clave. Son esenciales en la afirmación de la vulnerabilidad de los ecosistemas (la combinación de la exposición e inherente sensibilidad de los objetos de conservación) (TNC, 2009). Sin embargo, para que estas hipótesis sean más certeras se requiere de sustento científico, que respalde con evidencia o indicios los impactos potenciales. Asimismo, se identificaron las actividades económicas que pueden afectarse por estos cambios en los bosques.

Posteriormente, basándose en los escenarios de cambio climático y las *hipótesis de cambio*, se priorizan los impactos, las amenazas actuales exacerbadas ante el cambio climático y, finalmente, se identifican corredores y áreas de conectividad que contribuyen a la resiliencia de los bosques ante el cambio climático.

Para la Planificación de estrategias de adaptación y monitoreo (segundo paso del ciclo de manejo de proyectos), se consideraron los impactos que podrían afectar el estado de los bosques y las acciones que ya se implementan en los Programas Operativos Anuales, además se proponen algunas acciones y los actores clave que pueden ayudar en la implementación y realización de las mismas, para que la estrategia propuesta sea más viable en su aplicación; para el monitoreo también se proponen actividades que faciliten la identificación de especies que puedan ser indicativas del cambio climático.

CAPÍTULO 1.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y SOCIOECONÓMICAS DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA DE SIERRA GORDA GUANAJUATO

1.1 DECRETO

En febrero de 2007 la zona Sierra Gorda de Guanajuato, se decretó como Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera, por contar con bosques templados y tropicales en buen estado de conservación, importantes recursos biológicos, gran diversidad de especies de flora y fauna, algunas de ellas consideradas especies en riesgo. Además, forma parte importante de la continuidad ecosistémica de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda en Querétaro (DOF, 2007).

1.2 LOCALIZACIÓN

La Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato (RBSGGto) está ubicada al noreste del estado de Guanajuato en los municipios de Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú (Figura 1.1). Limita al norte con el estado de San Luis Potosí y al este con el estado de Querétaro. Las coordenadas geográficas extremas son 21°10'42.13" y 21°41'15" latitud norte y 99°40'17.16" y 100°28'35.92" longitud oeste. Cuenta con una superficie de 236,882-76-32.36 ha, equivalente al 7.7% de la superficie estatal (CONANP, 2012a).

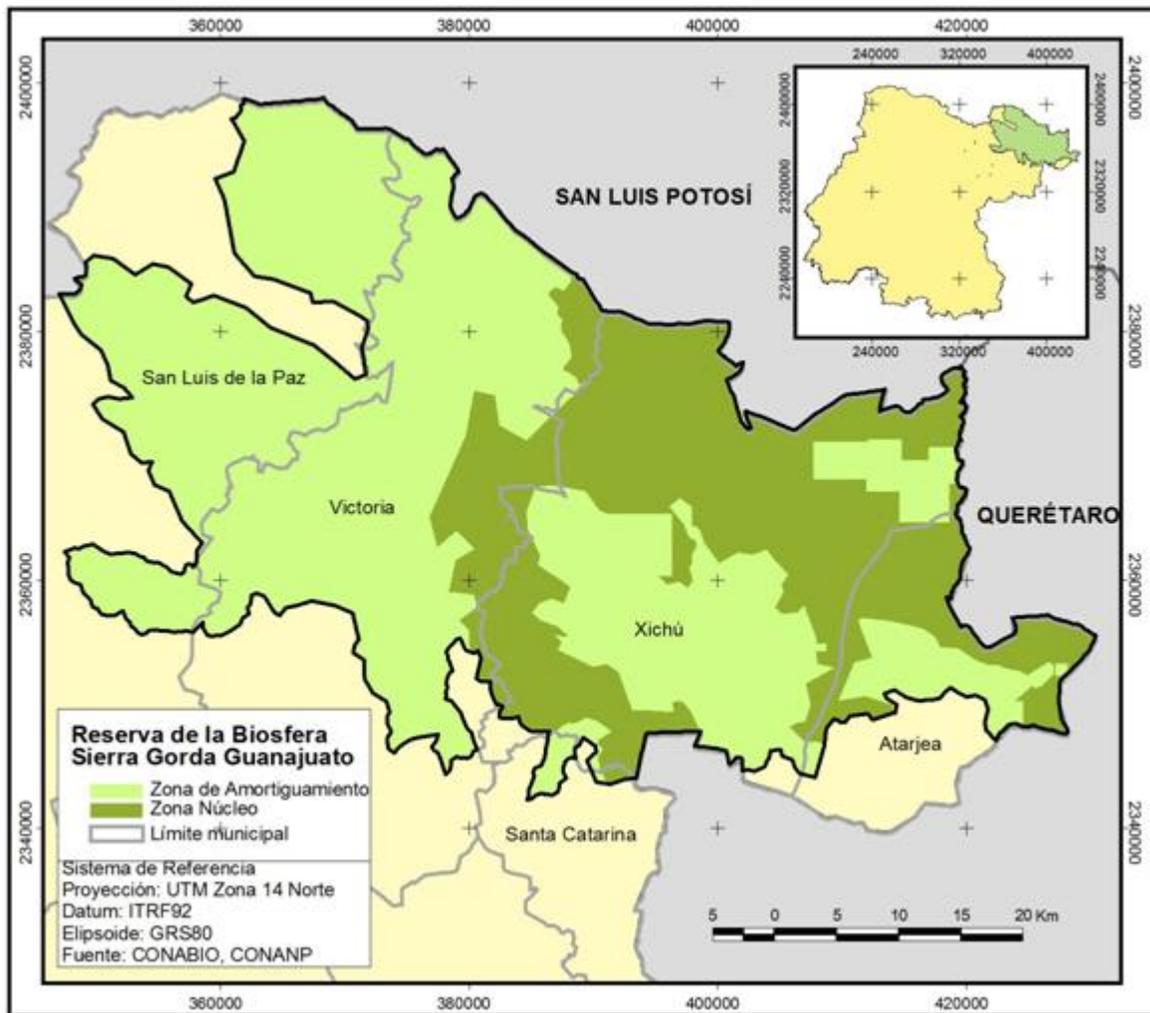


Figura 1.1. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato.

1.3 FISIOGRAFÍA Y GEOLOGÍA

La RBSGGto se ubica dentro de dos provincias fisiográficas, al oeste la Meseta Central y al este con la Sierra Madre Oriental y la subprovincia Sierra Gorda, donde se localiza la mayor parte de la superficie de la RBSGGto (CONANP, 2012a).

El relieve de la provincia Meseta Central se modeló por eventos volcánicos del Terciario Inferior, lo que marcó el paisaje con pendientes abruptas y los eventos relacionados con la sedimentación que formaron planicies y terrazas de sedimentos aluviales. Por otra parte, la provincia Sierra Madre Oriental presenta un gradiente altitudinal entre los 900 y 2,600 msnm, se caracteriza por plegamientos con dirección NNO y SSE y unidades de paisaje

particulares causadas por los cortes transversales y paralelos de algunas fallas. La mayor parte de la Subprovincia Fisiográfica Sierra Gorda está constituida por rocas sedimentarias marinas del Mesozoico, con predominancia de caliza por ello, en diversas regiones el drenaje tiende a ser subterráneo, a la vez que se tiene una morfología de carso, consistente en pozos naturales con frecuencia muy amplios y profundos como dolinas o mogotes y sistemas cavernarios, que se observan principalmente en Atarjea y en la porción oriental de Xichú (UAQ, 2011).

1.4 HIDROLOGÍA

La RBSGGto se localiza en la subcuenca hidrológica Tampaón-Santa Martha-La Laja correspondiente a la cuenca del río Tamuín, en la Región Hidrológica 26 Pánuco. Las corrientes principales son el río Santa María Alto y Santa María Bajo, el río Manzanares, el río Xichú y el río Victoria que, al internarse en el estado de Querétaro, cambia su nombre por el de Rio Extoráz.

Respecto a hidrología subterránea, la RBSGGto se localiza dentro del acuífero 1101 Xichú-Atarjea, el cual comprende 3,815 km². Se constituye de rocas ignimbrícas y basálticas con una estructura tectónica escalonada producida por fallas normales; a 1000 m de profundidad el basamento se compone de rocas sedimentarias. La estructura y el material geológico ocasionan que el nivel de profundidad del agua subterránea sea muy variado, lo que afecta la calidad del agua sin representar un riesgo para consumo humano; para el uso agrícola representa un riesgo por salinidad de medio a alto. Este acuífero dispone de un volumen de extracción de agua subterránea de más de ocho millones de m³, distribuidos en 75 pozos profundos, once norias, once manantiales y nueve galerías filtrantes. Alrededor de cuatro millones de m³ se utilizan para uso agrícola y casi tres millones de m³ para consumo humano (CONANP, 2012a).

Existen siete bordos de almacenamiento y tres presas: Misión de Arnedo y El Nogalito, con capacidad de cinco millones de m³ cada una, asimismo está la presa El Realito con capacidad de 59 millones de m³, 270 m de longitud y una cortina de 85.5 m de altura y 80 m de longitud (*ibíd.*).

1.5 EDAFOLOGÍA

Debido a las condiciones fisiográficas y geológicas de la zona de estudio, los suelos que predominan son los leptosoles con 31%, los regosoles con 23.32 % y el luvisol con 15.04 %. En menor proporción se encuentran el phaeozem (9.5%), rendzina (8.18%), cambisol (7.91%), vertisol (2.58), kastañozem (1.75%) y fluvisol (0.73%) (CONANP, 2012a).

1.6 TIPO DE VEGETACIÓN Y FLORA

En la RBSGGto se presentan bosques templados de pino y encino, selva baja caducifolia, matorral crasicaule y submontano, pastizal natural y vegetación hidrófita (INEGI, 2008). De acuerdo con Carranza (2005), el Cañón del río Santa María es la única zona en Guanajuato que alberga selva baja caducifolia y matorral submontano en buen estado de conservación. Además, en el municipio de Victoria existen zonas bien conservadas de bosques.

En la RBSGGto se encuentra 53% del total de la diversidad florística del estado de Guanajuato. Se distribuyen alrededor de 154 especies de helechos, gimnospermas y angiospermas, con 595 géneros, 1,527 especies y 67 categorías infraespecíficas. Las familias más diversas son la *Asteraceae*, *Fabaceae* y *Poaceae* (CONANP, 2012a).

Algunas de las especies endémicas son *Beaucarnea compacta*, *Calibanus glassianus*, *Turbinicarpus alonsoi* (en categoría de amenazada por la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza, UICN), *Mammillaria multihamata*, *Strombocactus disciformis*, *Stachys turneri* y *Potentilla butanda*, se consideran especies ornamentales susceptibles al saqueo, (*ibíd.*). La tabla 1.1 muestra las especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 1.1. Flora en riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Nombre científico	Nombre común
Protección Especial	
<i>Taxus globosa</i>	Tejo mexicano, romerillo
<i>Brahea berlandieri</i>	Palma Berlandier
<i>Brahea moorei</i>	Palmilla enana azul
<i>Laelia speciosa</i>	Laelia de mayo, lirios
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Biznaga tonel grande
<i>Ferocactus histrix</i>	Biznaga barril de acitrón
<i>Thelocactus leucacanthus</i>	Biznaga pezón de espina blanca
<i>Gentiana spathacea</i>	Flor de nieve
<i>Bouvardia rosei</i>	-
Amenazada	
<i>Dasyliirion acrotiche</i>	Sotol
<i>Euchile marie</i>	-
<i>Carpinus caroliniana</i>	-
<i>Astrophytum ornatum</i>	Biznaga algodoncillo
<i>Mammillaria candida</i>	Biznaga cabeza de Viejo
<i>Mammillaria hahniana</i>	Biznaga vieja de Sierra de Jalpan
<i>Mammillaria longimamma</i>	Biznaga de dedos largos
<i>Mammillaria schiedeana</i>	Biznaga de Meztitlan
<i>Mammillaria zephyranthoides</i>	Biznaga de flor occidental
<i>Strombocactus disciformis</i>	Biznaga trompo
<i>Erythrina coralloides</i>	Colirín
Peligro de Extinción	
<i>Amoreuxia wrightii</i>	Huevos de vivora
<i>Diospyros riojae</i>	Zapote de monte
<i>Litsea glaucescens</i>	Laurel, laurelillo

Fuente: CONANP, 2012a.

1.7 FAUNA

De las 73 especies de mamíferos presentes en la RBSGGto, la mayoría son especies de murciélagos y roedores. Según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial está *Sciurus oculatus*, las especies amenazadas son *Choeronycteris mexicana*, *Leptonycteris curasoae* y *Glaucomys volans* (ardilla voladora); las especies en peligro de extinción son el ocelote (*Leopardus pardalis*), el margay (*Leopardus wiedii*) y el jaguar (*Panthera onca*) (*ibíd.*).

Existen 149 especies de aves, de las cuales 19 son aves acuáticas y el resto terrestres, 46 son migratorias y dos exóticas. En peligro de extinción está la guacamaya verde (*Ara*

militaris); amenazadas, la pava cojolita (*Penelope purpurascens*) y el pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*), y sujetas a protección especial: el gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*) y el clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*). Además, se registraron cuatro especies endémicas de México, cinco especies cuasiendémicas y 10 semiendémicas, prioritarias para la conservación, además de las catalogadas en alguna categoría de riesgo (Ceballos y Márquez-Valdelamar, 2000; citado en CONANP, 2012a).

Existen 25 especies de anfibios, principalmente sapos, y 53 especies de reptiles. En lo referente a especies de peces dos son endémicas de la cuenca del río Pánuco (*Ictiobus labiosus* y *Astyanax mexicanus*); tres nativas de México (*Ictalurus mexicanus*, *Poecilia mexicana* y *Poeciliopsis gracilis*); una más es nativa translocada, (*Goodea atripinnis*), y la última es de origen africano, (*Oreochromis sp.*) introducida a México con fines de cultivo (CONANP, 2012a).

Se registran 114 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera-rhopalocera), localizadas principalmente en Atarjea, El Platanal, El Charco y Organitos. Las especies más representativas son la *Leptophobia aripa*, generalmente en bosques secundarios, bordes de bosque y márgenes de ríos; *Dione moneta* se distribuye en el bosque mesófilo de montaña, en el bosque de pino-encino y en bosques secundarios; *Catantix nimbice*, pertenece a hábitats muy diversos. La mariposa monarca (*Danaus plexippus*) en protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010, en su ruta de migración durante el otoño, incluye localidades de la RBSGGto que funcionan como sitios de descanso y alimentación (*ibíd.*).

1.8 POBLACIÓN

Según datos del Censo de población y vivienda del INEGI, en 2010 la RBSGGto contaba con 21, 997 habitantes en 275 localidades, el 31.67% de la población está dentro de la zona núcleo.

Los municipios más poblados son Xichú con 51.96%, Victoria con 22.82% y Atarjea con 15.27%. Las localidades en estos municipios son de mayor tamaño a diferencia de las que

se encuentran en San Luis de la Paz (Figura 1.2.) donde no superan los 71 habitantes. Las localidades más pobladas son Xichú, el Carricillo en Atarjea, San Miguel de las Casitas y El Guamúchil en Xichú, y Derramaderos en Victoria, con más 400 habitantes; sin embargo son rurales, ya que, no rebasan los 2,500 hab.

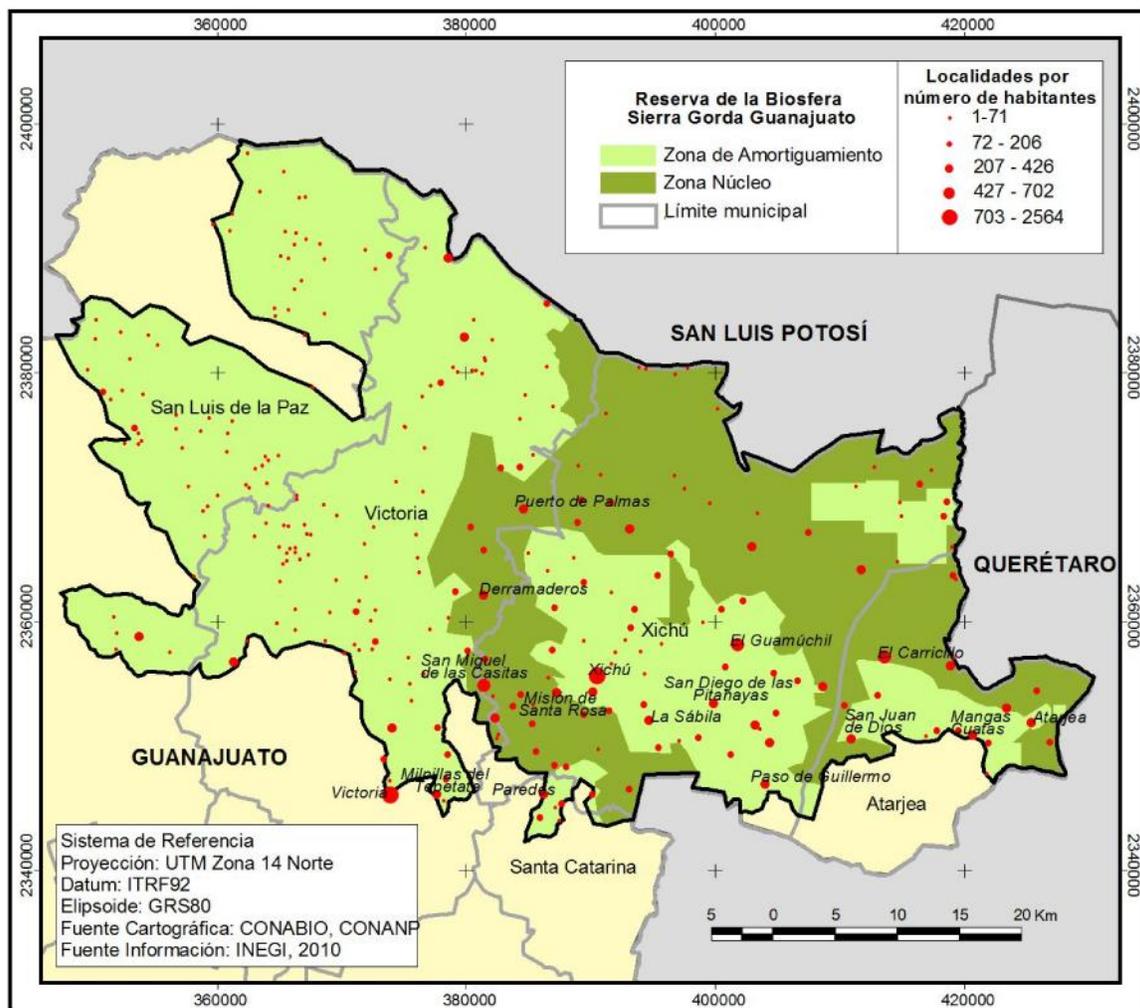


Figura 1.2. Localidades por número de habitantes, 2010.

La mayor parte de estas localidades están en alto y muy alto grado de marginación (CONAPO, 2010). Destacan El Rincón del Tejocote, La Teresa y El Guayabo por estar dentro de las diez localidades más marginadas en el estado. En comparación, la única localidad con grado de marginación muy bajo, fue La Madera en Xichú, seguida de Espíritu Santo y Xichú con marginación media.

En los últimos veinte años, la población total en esta región ha decrecido. En el Censo de 1990 la población era de 23,507 y para el año 2010 fue de 21,997 (Tabla 1.2.). Esta disminución puede deberse a la migración; la CONANP (2010), señala que los principales destinos son Querétaro, San Luis Potosí, Distrito Federal y Estados Unidos.

En lo que respecta a la edad de la población, un alto porcentaje corresponde a niños y jóvenes (Figura 1.3), mientras que la tercera parte corresponde a población adulta.

Tabla 1.2. Población en la RBSGGto.

Año	1990	2000	2010
Población Masculina	11, 651	10,422	10,320
Población Femenina	11,573	10,986	11,210
Población Total	23, 507	21,934	21,997

Nota: Los datos pueden no coincidir, ya que, los datos sobre el género de la población en varias localidades es reservado por confidencialidad.

Fuente: Elaboración propia, basado en Censos de población y vivienda 1990, 2000 y 2010, INEGI.

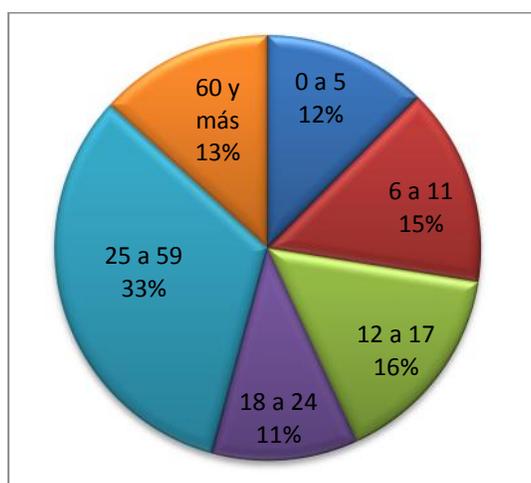


Figura 1.3. Gráfica de la población por grupos de edad en 2010.

Fuente: Censo de población y vivienda, INEGI, 2010.

Existen sólo 23 personas que hablan una lengua indígena y 68 pertenecen a un hogar donde el jefe del hogar o su cónyuge hablan una lengua indígena, lo que representa 0.3% de la población.

Existen alrededor de 3,209 habitantes analfabetas entre ocho y más años. Mientras que 3,025 personas mayores de quince tienen la primaria completa y, con secundaria completa hay 2,642, sólo 1,165 habitantes con 18 y más años cursaron educación post básica.

La población económicamente activa representa 25.3 % de la población mientras que la población no económicamente activa, representa 44.60%, del cual la mayoría son mujeres.

1.9 ACTIVIDADES ECONÓMICAS

Los sectores agrícola y ganadero son la principal fuente de ingreso para las localidades de la RBSGGto. La mayoría de superficies agrícolas se encuentran en la zona núcleo, en el límite entre Victoria y Xichú, y equivalen al 3.33% de la superficie total. Según datos de la SAGARPA (2009) los principales cultivos son el maíz grano y el frijol; en Victoria y San Luis de la Paz también se siembra alfalfa verde y avena forrajera. Son cultivos de temporal, de los cuales menos de la mitad de la superficie cultivada es cosechada, de aquí que el volumen de producción sea de algunas toneladas. Por ejemplo, en el municipio de Xichú se sembraron 4,200 ha y únicamente se cosecharon 739 ha. Sólo existe agricultura de riego en Victoria y en El Guamúchil, Xichú (0.13%).

En lo que respecta al sector pecuario, la producción de carne de canal de gallináceas, ovinos y caprinos, es a baja escala. También se produce leche de vaca, huevo y miel.

La región noreste anteriormente se caracterizaba por la manufactura de prendas de vestir, trabajo que era realizado por mujeres que en sus domicilios elaboraban las prendas, en maquinas tejedoras para después entregarlas en San Luis de la Paz o San José Iturbide (Valencia, 1998); sin embargo, esta actividad poco a poco ha desaparecido.

La minería fue importante ya que se encuentran el distrito minero La Aurora y el de La Majada del Espíritu Santo, en Xichú, los que fueron sitios de extracción de plomo, zinc, plata, cobre y oro; sin embargo, diversos problemas provocaron que las minas cerraran en la primera parte del siglo XX (SGM, 2011). Actualmente, la mayor parte de las minas se

encuentran abandonadas. En septiembre de 2010 se le autorizó de manera condicionada a la empresa Flourita de Rio Verde, el aprovechamiento de fluorita y jales producidos de 1953 a 1980, en la planta de beneficio Álamos de Martínez en el municipio de Victoria (DFEG, 2010), dentro del área de amortiguamiento de la RBSGGto, que actualmente procesa 350 ton/día (CONANP, 2012a). El distrito El Realito en San Luis de la Paz cuenta con yacimientos de fluorita; al año produce 128,000 ton, lo que posiciona al estado de Guanajuato en el tercer lugar en producción de fluorita, a nivel nacional (*ibíd.*).

Debido que a que las localidades son rurales, el sector terciario está poco desarrollado. En la cabecera municipal de Xichú, se encuentran pequeños hoteles y restaurantes, ya que, se han impulsado proyectos ecoturísticos con el fin de dar a conocer la región y que los habitantes puedan generar algún ingreso, como en Cristo Rey, Charco Azul, Ojo de Agua, Puerto Blanco, Mazamorra y El Platanal (*com. pers. Velázquez, M*); este último es tal vez, el más desarrollado, siendo su principal atractivo el río Santa María y una pequeña playa (Figura 1.4).

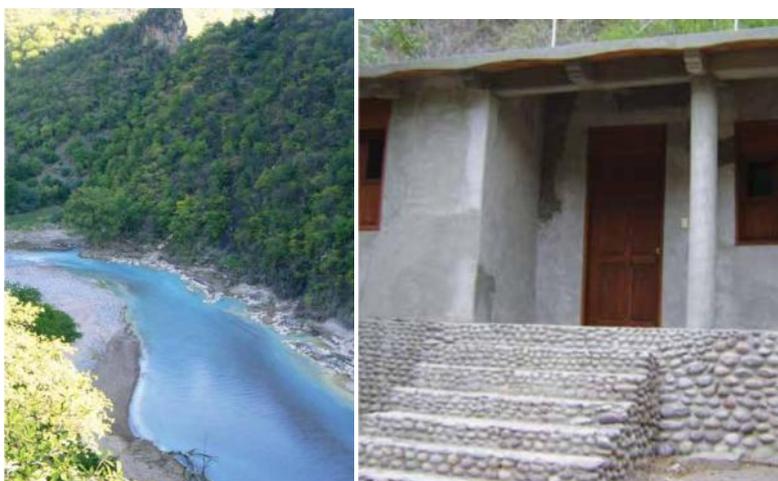


Figura 1.4. Proyecto ecoturístico El Platanal, Xichú.

Fuente: Sáenz, L. y Cecaíra R, 2012.

CAPÍTULO 2.

DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD ACTUAL DE LOS BOSQUES

En el pasado, la mitad del territorio del estado de Guanajuato estaba cubierto por bosques, los cuales disminuyeron debido al desarrollo intensivo de la agricultura, la ganadería y la minería (Rzedowski, 2009), a tal grado que actualmente los bosques representan el 7.77% y las selvas el 0.12 % de la superficie total del estado (INEGI, 2008). La mayor parte de estos bosques se encuentran en la región noreste del estado, donde, debido a la dificultad en el acceso, la falta de industrias y la escasa población; han sido poco deteriorados, lo que ha permitido la presencia de especies y comunidades vegetales prioritarias para la conservación (Carranza, 2005).

2.1 TIPOS DE BOSQUE

En la RBSGGto cerca de 56.16% de la superficie total, está cubierta por algún tipo de bosque (Figura 2.1); éstos se localizan principalmente al sur, donde las altitudes son mayores. El bosque de encino es el más extenso (ocupa 25% de la superficie, Tabla 2.1), le siguen los bosques de pino-encino y encino-pino, el bosque tropical caducifolio y el bosque de pino.

Tabla 2.1. Superficie de los tipos de vegetación y usos del suelo en la RBSGGto.

Tipo de vegetación	Superficie (Ha)	%
Bosque de pino	123.4182	0.05
Bosque de pino-encino	27,631.6865	11.66
Bosque de encino-pino	26,924.8515	11.37
Bosque de Encino	59,241.6120	25.01
Bosque tropical caducifolio	19,105.3129	8.07
Agricultura de riego	316.03	0.13
Agricultura de temporal	7,592.7278	3.20
Matorral crasicaule	21,223.5639	8.95
Matorral submontano	58,574.3078	24.72
Pastizal natural	2,401.8599	1.01
Pastizal inducido	13,127.3114	5.54

Fuente: Elaborado sobre Carta uso de suelo y vegetación, serie IV, INEGI; cálculo en ArcView 3.2.

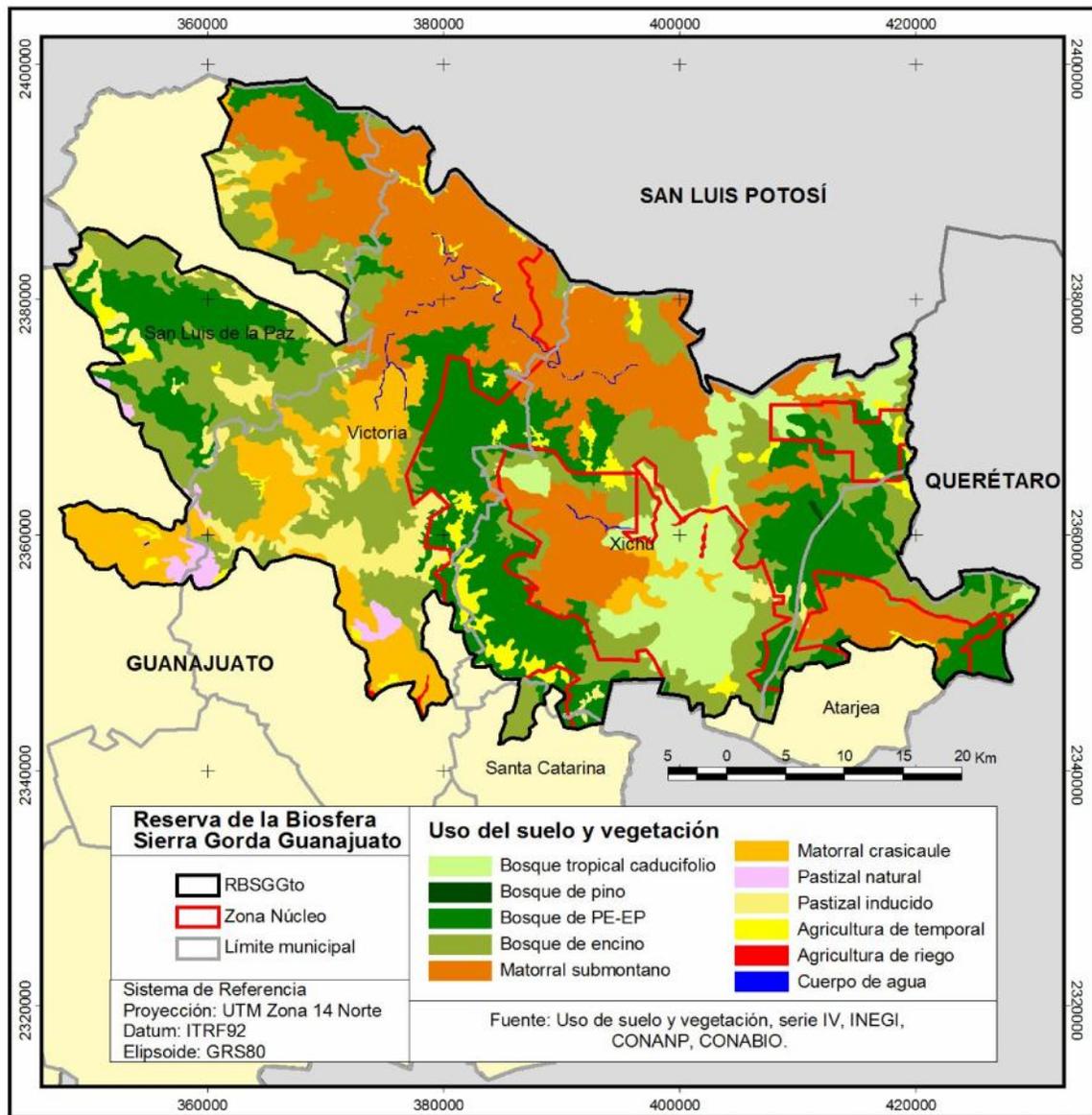


Figura 2.1. *Uso de suelo y vegetación en la RBSGGto.*

2.1.1 *Bosque tropical caducifolio (BTC)*

El BTC se observa a nivel nacional en grandes extensiones de la Vertiente del Pacífico, mientras que, en la Vertiente Atlántica son manchones aislados. En los cañones de la cuenca alta del río Moctezuma en Hidalgo, Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí, se encuentran pequeños enclaves de BTC que se intercalan con matorrales xerófilos (Rzedowski, 2006).

Las especies arbóreas que conforman del BTC, se caracterizan por tener una altura entre 8 y 12 m; con troncos que no superan los 50 cm de diámetro, son retorcidos y tienden a ramificarse casi desde la base. Algunas especies pierden continuamente las cortezas que son de colores llamativos y de superficies brillantes. El follaje de la mayor parte de las especies arbóreas es color verde claro, de hojas compuestas y nanófilas, que forman copas convexas; este follaje cae durante un periodo de cinco a ocho meses y afecta a gran parte de las especies, excepto a las cactáceas que siempre son verdes. Al presentarse las temperaturas más altas, los árboles se llenan de flores (*ibíd.*).

La mayor superficie de BTC se localiza en el municipio de Xichú, ya que, es en esta zona donde las condiciones fisiográficas son más propicias para su desarrollo; se encuentra entre latitudes que van de los 1,700 m al sur del municipio y 700 m al noreste. Esta distribución coincide con la del río La Laja, que corre de sur a norte hasta encontrarse con el río Santa María y seguir su trayecto al noreste.

Los datos de temperatura para la RBSGGto calculados por Cruz (2013), muestran que la temperatura media mensual sobre la que se desarrolla el BTC va desde los 20.5°C al sur de Xichú, y 21.5°C al noreste, sobre una de las zonas de menor altitud y mayor temperatura en la RBSGGto. En lo que respecta al tipo de suelo, al sur el BTC se encuentra sobre regosol eútrico, de textura media y fase pedregosa. Al norte se extiende sobre litosol, de textura media, y al noreste sobre una pequeña parte de luvisol crómico, de textura media a fina y fase física pedregosa. En general es un bosque secundario en fase arbustiva. Al noreste de Xichú se localizan pequeños bosques primarios; en las laderas de cerros y alrededores del río Santa María dentro de la zona núcleo, son bosques de baja altura y de cobertura arbórea abierta, con excepción de un pequeño bosque cerrado.

Dentro de las especies que se localizan en estos bosques destacan bosquetes de *Bursera morelensis* de hasta 8 m de altura en laderas de algunos ríos (Rezdowski *et al.*, 1996) que son únicos en la región ya que no se presentan de la misma forma ni en Hidalgo ni en Querétaro lo que hace que sean importantes para su conservación (*com. pers.* Ildefonso V.). A lo largo de las principales corrientes de agua, se encuentran especies como *Annona*

globiflora, *Bursera simaruba*, *Capparis indica*, *Cigarrilla mexicana*, *Esenbeckia berlandieri*, *Ficus pertusa*, *Guazuma ulmifolia*, *Pistacia mexicana*, *Plumeria rubra*, *Pseudobombax ellipticum*, *Schoepfia schreberi*, *Trichilia havanensis* (Carranza, 2005).

2.1.2 Bosque de pino (BP)

La presencia de estos bosques en la Sierra Madre Oriental disminuye puesto que las altitudes son menores y la presencia de caliza favorece a los bosques de encino; de aquí que en el estado de Guanajuato se presenten como manchones aislados sólo en las partes altas de los macizos montañosos. Estos bosques se caracterizan por ser resistentes a heladas, a periodos de sequia, a incendios frecuentes, y a daños por el pastoreo. Son capaces de invadir sitios más favorables, siempre y cuando no compitan con especies mejor adaptadas (Rzedowski, 2006).

En la región noreste del estado de Guanajuato son bosques medianamente densos o abiertos que miden entre 5 y 15 m de altura. Los troncos generalmente derechos no rebasan los 60 cm de diámetro (Rzedowski *et al.*, 1996). En el municipio de Xichú se encuentra un pequeño bosque de pino, entre los 1,600 y 1,800 m, con temperatura media mensual entre los 20.5°C y 21°C. El tipo de suelo donde se desarrolla es luvisol crómico de textura media, en fase física lítica. Es un bosque primario, abierto, de altura media y está rodeado de un bosque de pino-encino.

2.1.3 Bosque de pino-encino, encino-pino (BPE, BEP)

Las especies de pino y encino tienen afinidades ecológicas por lo que es común encontrarlos mezclados; sin embargo, existen diferencias notables entre ellos como la fisonomía de la planta, el follaje, la fenología y la influencia sobre otras especies vegetales. Las características del bosque están dadas por la dominancia de la especie, según la cual se denomina bosque de pino-encino o encino-pino (Rzedowski, 2006).

Los bosques de pino-encino en la RBSGGto ocupan 11.66%. Se localizan casi totalmente dentro de la zona núcleo. Su distribución coincide con la zona más elevada, que se extiende al sur, en los límites de Victoria y Xichú entre los 1,200 y 2,700 m de altitud. La temperatura media mensual varía entre 19°C y 20°C. El tipo de suelo corresponde con

luvisol órtico de textura media en la parte sur y al norte litosol de textura media. El BPE primario es abierto de altura baja y en algunos casos mediana (Figura 2.2). El bosque secundario se encuentra en fase arbustiva, sin cobertura aparente.

Entre las especies que sobresalen están *Pinus michoacana* y *Quercus resinosa* (CONANP, 2005); además, existen pequeñas áreas de este bosque en San Luis de la Paz, con especies de *Pinus michoacana*, *Quercus rugosa* y *Quercus laurina* (ibíd.) y en Atarjea, donde Rzedowski *et al.*, (1996) señala la presencia de *Pinus cembroides*, *Juniperus flaccida* y diversas especies de *Quercus*.



Figura 2.2. *Bosque de pino-encino.*

Arriba, Derramaderos; Abajo, Puerto Palmas

En lo que respecta al bosque de encino-pino, generalmente se encuentra a menor altitud que el bosque de pino-encino aunque no siempre son zonas de transición pues, en algunos casos, estas comunidades de bosque llegan a ser muy amplias (Rzedowski, 2006).

Se encuentran en 11.37% de la RBSGGto, principalmente en Xichú y Atarjea dentro de la zona núcleo.

En general, el BEP se encuentra de los 1,400 hasta los 2,400 m. En San Luis de la Paz la temperatura media mensual va de 15.5 a 19°C, mientras que, para los BEP de Xichú y Atarjea es de entre 20.5 y 21.5°C. Se desarrollan sobre tipo de suelo feozem háplico, de textura media y fase física lítica, luvisol crómico y litosol. Los bosques primarios son de arbolado bajo y abierto, y los secundarios se encuentran en fase arbustiva.

2.1.4 Bosque de encino (BE)

Es un elemento dominante en la Sierra Madre Oriental, aunque también está presente en otras regiones montañosas como una transición entre los bosques de coníferas y selvas. La altura de los encinos varía entre 2 y 30 m. El follaje es grueso y duro, para resistir las largas sequías por las que atraviesan. La pérdida de follaje es menor a un mes y varía entre especies, por lo que una parte del bosque se mantiene verde. La densidad de estos bosques puede ser cerrada, abierta o muy abierta, en cuyo caso los espacios son cubiertos por plantas herbáceas o arbustivas. La abundancia y diversidad de epífitas está correlacionada con el clima y la humedad atmosférica (Rzedowski, 2006).

El BE cubre una cuarta parte de la superficie de la RBSGGto, aunque se encuentra disperso; más de la mitad se encuentra en San Luis de la Paz y Victoria. Se localizan desde los 1,000 hasta 2,600 m de altitud, donde la temperatura media mensual va de 16 a 21.5°C. Crecen principalmente sobre feozem háplico, litosol y luvisol. Los BE primarios se localizan hacia San Luis de la Paz y Victoria, son de cobertura arbórea abierta y baja altura. Los BE secundarios se encuentran en fase arbustiva; en Xichú rodean al BTC.

Rzedowski, *et al.*, (1996) indica que en las zonas altas se encuentra BE con especies como *Quercus laeta*, *Q. castanea*, *Q. obtusata*, *Q. crassipes*, *Q. mexicana* y *Q. crassifolia* y, en algunas cañadas húmedas, *Q. candicans*, *Q. affinis*, *Q. polymorpha*. También se encuentran especies de árboles como *Pinus teocote*, *P. michoacana var. cornuta*, *Arbutus xalapensis*, *A. tessellata*, *A. arizonica*, *Crataegus rosei* y *Prunus serótina ssp. Capulí*. Los BE localizados en zonas marginales de las masas forestales, son secos y de baja altura. Se constituyen por

Quercus resinosa y *Q. jonesii* o por *Q. grisea* y *Q. eduardii*; en ocasiones pueden incluir individuos de *Juniperus flaccida* y de *Pinus teocote*

2.1.5 Bosque mesófilo de montaña (BMM)

El BMM se constituye de árboles de alturas de entre 10 y 25 m, es denso, generalmente de hojas perennes, presencia de trepadoras y epifitas. Son característicos de zonas muy húmedas y lluviosas, propias de laderas montañosas, donde se forman neblinas constantemente (INF, 2009).

Rzedowski *et al.*, (1996) indica que no se ha observado el BMM constituido como tal en la región noreste de Guanajuato. Aunque señala que en varias cañadas entre encinares se encuentran especies como *Ilex brandegeana*, *I. discolor*, *Persea chamissonis*, *Triniochloa stipoides*, *Sanicula liberata*, *Pteris cretica*, *Athyrium arcuatum*, *Dennstaedtia distenta*, *Berberis moranensis*, *Carya ovata* var. *mexicana*, *Cinnamomum pachypodum*, *Cobaea stipularis*, *Cornus disciflora*, *C. excelsa*, *Garrya laurifolia*, *Oplismenus compositus*, *Osmanthus americana*, *Peperomia quadrifolia*, *Prunus rhamnoides*, *Pteris cretica*, *Viburnum elatum*, las cuales son un indicador de humedad más elevada, y de que este bosque quizás existió en otra época.

Por otra parte, Carranza (2005) indica que en los alrededores de la comunidad de Joya Fría en Victoria, se presentan las condiciones de clima templado con afinidad mesófila, sobre todo en algunas cañadas donde se conserva la humedad, con las especies mencionadas anteriormente, además de la existencia de elementos de *Quercus* y *Pinus*, como *Q. castanea*, *Q. crassipes*, *Q. laeta*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *P. devoniana*, *P. aff. durangensis* y *P. teocote*.

2.2 LOCALIDADES EN BOSQUES

Según los datos del Censo de población y vivienda (INEGI, 2010), y la carta de uso de suelo y vegetación serie IV (INEGI, 2008) las localidades más pobladas en la RBSGGto se encuentran en los municipios de Xichú y Atarjea, principalmente sobre el bosque tropical caducifolio y el bosque de pino-encino y encino-pino. En el municipio de Xichú, donde se

localiza el BTC, se encuentran 22 localidades con un total de 2,994 hab; la más poblada es El Guamúchil (584 hab), le siguen La Sábila, San Diego de las Pitahayas, que superan los 300 hab, mientras que, el resto no rebasa los 100 hab. La única comunidad dentro de la zona núcleo en BTC es La Laja con 272 hab.

Por otra parte, el bosque de pino-encino y encino-pino, se distribuye en tres áreas, al este, al centro y al oeste, cada una de las cuales muestra diferencias entre el tamaño y número de localidades que lo habitan. Al este, en el municipio de San Luis de la Paz, la población total en BPE-EP es de 264 habitantes en 13 localidades. Al centro, la franja de bosque entre Victoria y Xichú, la habitan 2,146 personas en 18 localidades, casi todas dentro de la zona núcleo. Al oeste, en Atarjea, pese a que sólo cuatro localidades se encuentran en BPE-EP, suman 1,272 hab, destacan El Carricillo (702 hab) y Atarjea (389 hab).

Es importante considerar que entre el BPE-EP se encuentra una franja de agricultura de temporal, con diez localidades, algunas de las cuales son de las más pobladas en la RBSGGto, como San Miguel de las Casitas y Puerto Palmas, que en total suman 1,822 habitantes. Por lo anterior, se puede estimar que cerca de 3,968 personas viven en los bosques de pino-encino y encino-pino y aprovechan los recursos que provee.

Los bosques de encino se encuentran dispersos en toda la RBSGGto; el total de la población que lo habita es de 3,092 hab en 48 localidades, de las cuales 37 no superan los 100 hab (suman 739 hab) y se encuentran principalmente en San Luis de la Paz y Victoria. Entre las localidades más pobladas en BE se encuentran Cerro Prieto, El Durazno y El Charco en Atarjea; El Nogal en Santa Catarina y, Los Pablos y Cristo Rey en Xichú.

En resumen, los bosques son habitados por cerca de 9,768 personas en 105 localidades. En el BPE-EP habita 16.7% de la población total de la RBSGGto, seguido del BE con 14% y finalmente, el BTC con 13.6%; en conjunto representa el 44.4% de la población total, la cual es directamente beneficiada por los recursos que proporcionan los bosques.

2.3 PRODUCCIÓN FORESTAL

Como ya se mencionó, los bosques y selvas en el estado de Guanajuato ocupan una pequeña superficie, por lo que la producción forestal es baja comparada con la de otros estados. Sin embargo, existe la zonificación de terrenos forestales o preferentemente forestales a nivel estatal, con el objeto de reordenar el uso de suelo, a través de las Unidades de Manejo Forestal (UMAFOR). La RBSGGto se localiza dentro de la UMAFOR 1101, ocupa 40% de la superficie y al ser un Área Protegida, está enfocada principalmente a actividades de conservación y restauración (CONAFOR, 2011).

La Producción Forestal maderable del estado de Guanajuato generalmente entre 0.3 y 0.5% del total nacional (Figura 2.3), también se observa que el encino es el principal recurso forestal y se utiliza para producir carbón, leña y, en menor proporción, postes, pilotes y morillos. El pino tiene muy poca presencia y se ocupa para productos celulósicos, leña y escuadría. Cabe señalar que, en 2009, la tercera parte (35.95%) de la producción forestal maderable de coníferas del estado, provenía de los municipios de San Luis de la Paz y Victoria (SEMARNAT, 2010).

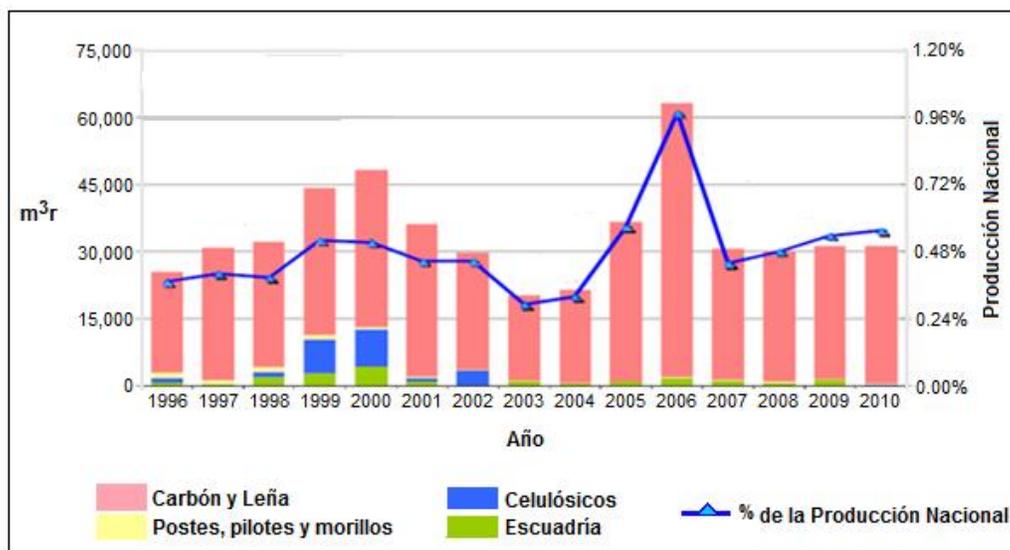


Figura 2.3. Producción Forestal Maderable del estado de Guanajuato 1996-2010.

Nota: m³r= metros cúbicos por rollo

Fuente: Anuario Estadístico de Producción Forestal 2010

En el estado existen 34 industrias forestales maderables con capacidad instalada de 35, 718 m³r y utilizada de 21, 4431 m³r (SEMARNAT, 2007). De las cuales en San Luis de la Paz existe un aserradero, cuatro madererías y un establecimiento de compra-venta de madera aserrada, en San José Derramaderos, Victoria se localiza un aserradero (CONAFOR, 2012a).

En lo que respecta a la producción forestal no maderable el estado de Guanajuato reporta entre 0.4 y 1.19% de la producción nacional al año, los principales productos reportados son la tierra de monte y otros (que incluye hongos, semillas, hojas, nopal, tallos, frutos, musgo, heno, entre otros), (SEMARNAT, 2007). En el municipio de Atarjea se encuentran cuatro centros de acopio, mientras que en el municipio de Xichú existen dos centros de almacenamiento de Orégano, Damiana y Chilcuague (CONAFOR, 2012a).

Según la CONAFOR (2012a), hay 14 programas de manejo autorizados en los municipios donde se ubica la RBSGGto (Tabla 2.2), ocupan 44,454.3 ha de superficie y se localizan principalmente en terrenos ejidales. Santa Catarina es el único municipio que no reporta ningún programa de manejo.

Tabla 2.2. Programas de manejo autorizados.

Municipio	Nombre de predio	Tipo de Tenencia	Superficie hectareas
Atarjea	El Carricillo	Ejidal	5,147.00
	El Durazno	Ejidal	2,339.00
	El Toro	Ejidal	3,290.00
	Álamos y Llanitos	Ejidal	5,777.05
San Luis de la Paz	La Garza del Río	Privado	940
Victoria	San José Derramaderos	Privado	997.25
	Milpillas del Pito	Ejidal	1293.00
	Joyas del Mirasol	Privado	1000.00
	San José Derramaderos	Privado	100.00
Xichú	Llano Grande	Ejidal	3,509.00
	Los Pablos	Ejidal	4,696.00
	Misión de Santa Rosa	Ejidal	3,776.00
	Paso de Guillermo	Ejidal	5,680.00
	Ejido El Rusio	Ejidal	5,910.00
Total			44,454.3

Fuente: CONAFOR, 2012a

2.4 VULNERABILIDAD ACTUAL DE LOS BOSQUES POR FACTORES ANTROPOGÉNICOS

De acuerdo con el programa de manejo de la RBSGGto, todos los ecosistemas, incluidos los bosques de pino, pino-encino, encino y combinaciones con matorral submontano, presentan problemas como el cambio de uso de suelo, presencia de plagas y enfermedades forestales, tala ilegal, saqueo de especies endémicas, y la amenaza de incendios por actividades antropogénicas. También se ha identificado la presencia de fauna feral (mascotas, principalmente perros y gatos) que en los ecosistemas, afectan las cadenas alimentarias y restan el hábitat a especies de fauna silvestre (*com. pers. Ildfonso, V*). Lo anterior aunado a la falta de coordinación con instituciones para comunicarse y atender las necesidades de los pobladores en lo referente al uso y manejo de los recursos naturales.

2.4.1 Cambio de uso de suelo

Se considera que los bosques, y en especial los encinares, son los mas afectados por el ser humano que, al encontrarse en regiones de clima templado, resultan atractivos para el establecimiento de poblaciones y agricultura (Rzedowski, 2006); sucede lo mismo en el bosque tropical caducifolio donde se pierde parte de sus superficie a causa de las actividades humanas (Villers y Trejo, 2004).

Actualmente, en la RBSGGto, 8.88% de la superficie corresponde a agricultura y pastizales inducidos. La conversión de superficie boscosa a otro uso, se da principalmente para agricultura y pastizal, en áreas dispersas (Figura 2.4). Algunos de los cambios de bosque a agricultura se dan en Ojo de Agua, Guadalupe, Pinalito de Palomas, El Guamúchil, Buenavista y El Roblar, en Xichú; en El Toro, Atarjea; y entre los municipios de Victoria y Xichú, donde la agricultura se ha extendido hacia zonas de bosque (Figura 2.5). El cambio de bosque a pastizal se presenta en el Rincón de Tejocote, Los Patos y Cabezas en San Luis de la Paz; Los Corrales, en Victoria; en Calabazas, La Mazamorra, Romerillos, El Rucio, en Xichú; y La Joya, en Atarjea.

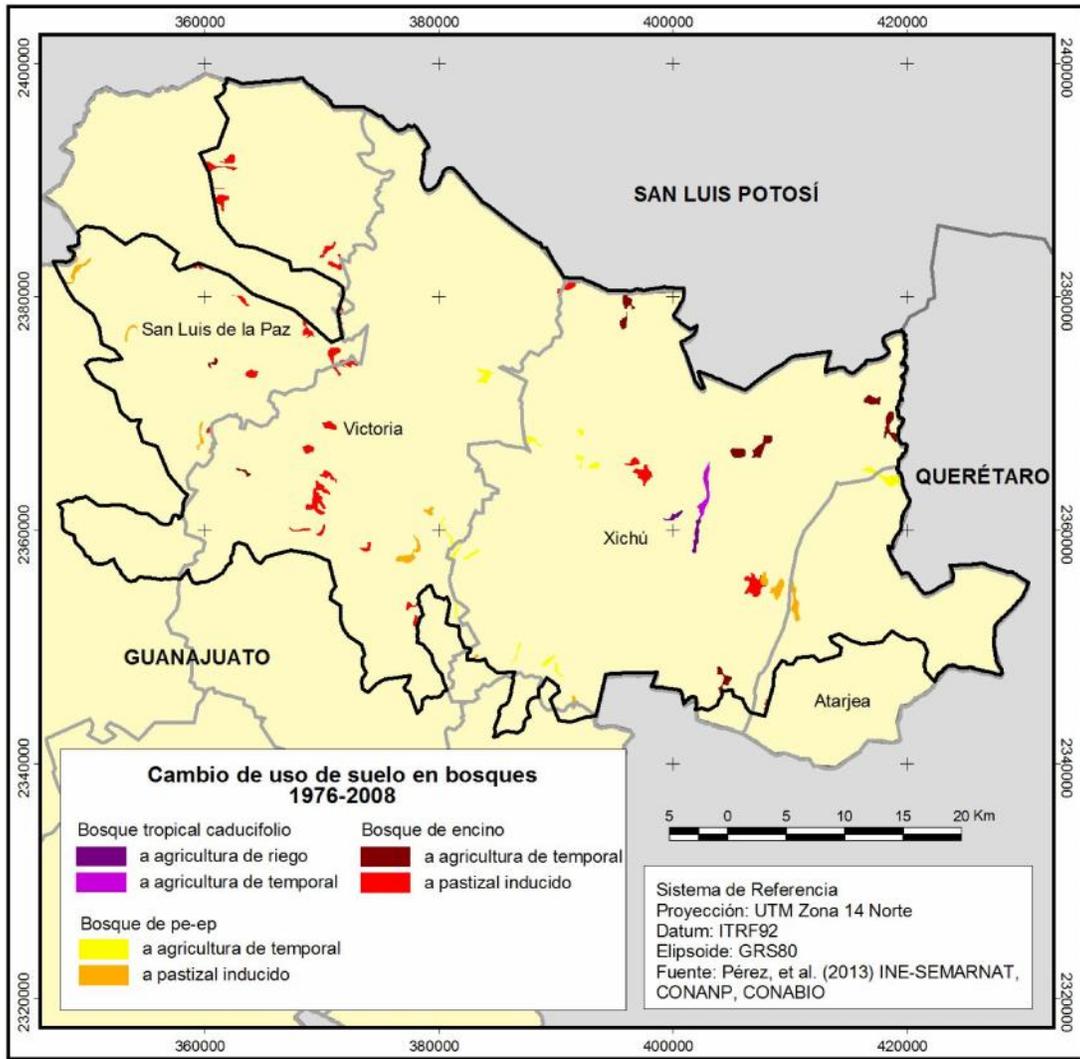


Figura 2.4. Cambio de uso de suelo en bosques, 1976-2008.



Figura 2.5. Área agrícola junto a bosque de pino-encino.

A la Derecha Joya Fría, izquierda Puerto de Palmas Victoria

El IEE (2009) obtuvo resultados más detallados sobre el cambio de uso de suelo en el estado entre 1970 y 2009. Los cambios observados en RBSGGto son por el incremento de superficies destinadas a agricultura principalmente en límites entre Xichú y Victoria, así como, se incrementaron los pastizales en San Luis de la Paz, al sur de Victoria, y entre Atarjea y Victoria; por lo que en 34 años se perdieron importantes zonas boscosas.

Los cambios de uso de suelo también se producen, aunque en menor medida, por la construcción de infraestructura, como la construcción de caminos o carreteras en Xichú y Atarjea. Aunque destaca la construcción de la presa El Realito (Figura 2.6) en la zona de amortiguamiento, en la cuenca del río Santa María, el municipio de San Luis de la Paz, la cual, abastecerá de agua potable a las ciudades de San Luis Potosí; Celaya y San Miguel de Allende. La SEMARNAT autorizó el cambio de uso de suelo, por un pago compensatorio de 6,588,409.73 pesos, y la condicionante, de elaborar el Programa de Manejo para la RBSGGto, el cual estuvo a cargo de la Universidad de San Luis Potosí y fue entregado a fines de 2012 (CONAGUA, 2012).



Figura 2.6. Construcción de la cortina de la presa El Realito.

Izquierda inicio 2008, derecha obra casi terminada 2012.

Por otra parte, las condiciones fisiográficas en las que se encuentra la RBSGGto la han dotado de diferentes yacimientos de metales y minerales, como los de Majada del Espíritu Santo y la Aurora en Xichú, de donde se extrajo plomo, zinc, plata, cobre y oro, entre el siglo XVI y el XX; sin embargo, diversos problemas provocaron que las minas cerraran (SGM, 2011). La extracción de metales implicó que se perdiera bosque, ya que la madera

fue utilizada como combustible para la fundición; además, el proceso de transformación generó jales que aún están presentes (García, 2013). También existe aprovechamiento de bancos de material aunque no existe un registro de ellos.

Actualmente, la actividad minera, a pequeña escala es realizada por mineros artesanales; sin embargo cerca del 13% de la RBSGGto, son predios de concesión minera (Figura 2.7), lo que da lugar, a que se soliciten permisos para realizar exploraciones, como ocurrió en 2012, para la exploración de varios polígonos en la zona de amortiguamiento en Xichú y Atarjea. Se encuentran dentro de vegetación de BTC: Mina Majada del Espíritu Santo, Mina del Espíritu Santo, Cañada de Cocos (ampliación Guijas), la Yesca, el Roblar; y con vegetación de BPE están el Pinito, el Gato, Puerto Alejandría (Del Villar, 2012). El proyecto estima una inversión total de 300, 000 dólares, de los cuales 10% serían invertidos en acciones de prevención, mitigación y compensaciones ambientales (*ibíd*). De realizarse la exploración y obtener resultados viables del potencial minero, un futuro proyecto de aprovechamiento podría reactivar la economía de la región, aunque sólo será viable si la empresa presenta un buen proyecto de restauración (*com. pers.* Ildefonso, V.).

La localización de estos polígonos coincide con la zona donde se ha fotografiado fauna como el ocelote y el lince, especies en riesgo, y es probable que sean indicadores del buen grado de conservación (Cecaira *et al.*, 2012). De resultar una zona de alto potencial minero, puede presentar un riesgo para la fauna y flora.

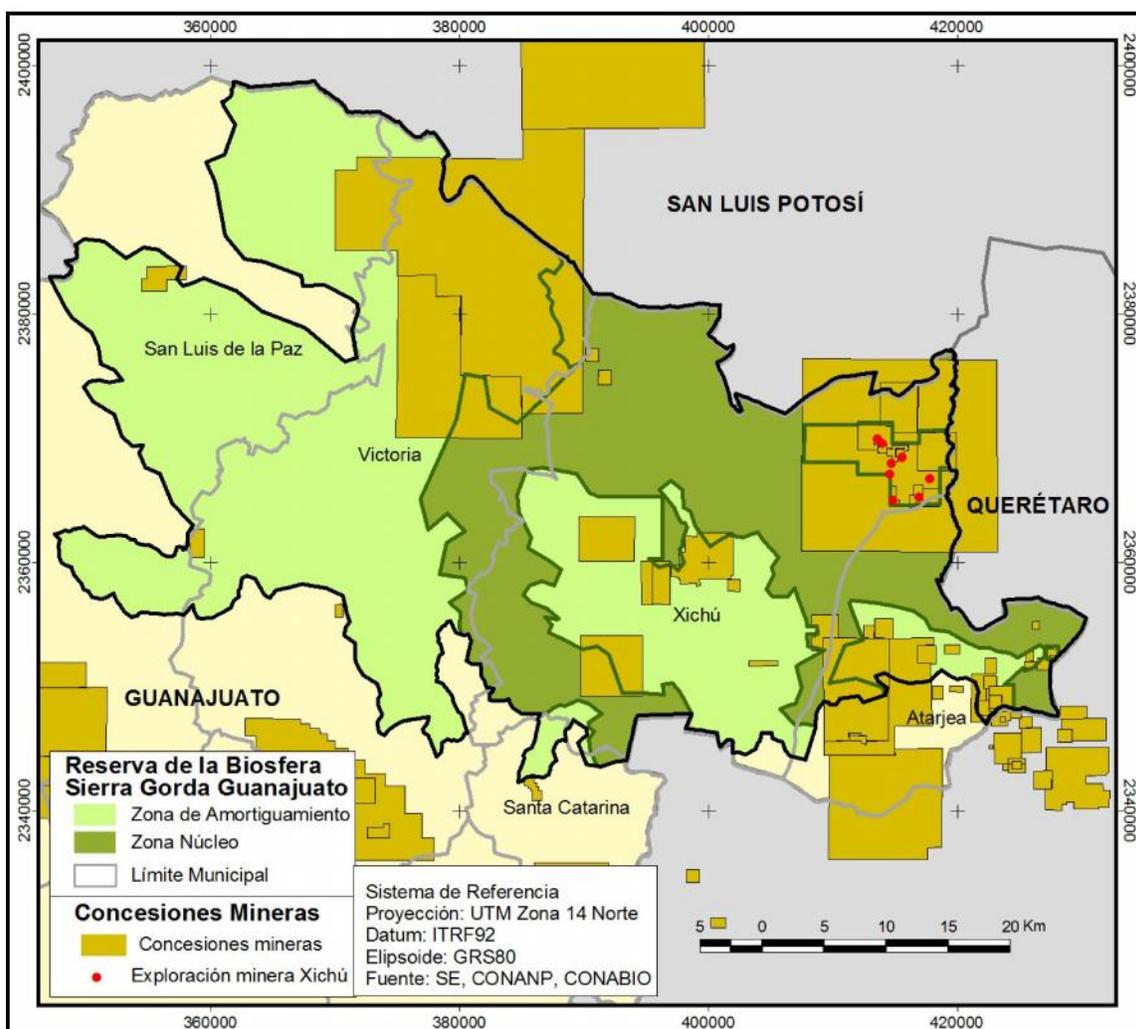


Figura 2.7. Concesiones mineras en la RBSGGto.

2.4.2 Tala clandestina, uso de leña y saqueo de especies

La tala clandestina está ligada a la disposición de industrias de obtener madera ilegal y a autoridades corruptas que lo permiten. Asimismo se debe a la incapacidad para inspeccionar y vigilar los bosques (CONAFOR, 2001). Actualmente, en la RBSGGto no existen datos sobre la tala ilegal, por lo que se considera que existe “tala hormiga”. Según algunos pobladores, se origina por la falta de empleo, lo que los obliga a extraer arboles para vender en San Luis de la Paz o alrededores donde se demanda para la fabricación de muebles. Otra causa de la extracción de recursos maderables, es para los postes de cercas

(Figura 2.8), o en la construcción de viviendas donde se utilizan como soporte o travesaños.

Los datos de aprovechamiento maderable en los aserraderos, no están disponibles, sin embargo, en su mayoría son pequeños y están guiados por un Programa de Manejo y el apoyo de asesores técnicos forestales, de manera que se tala sólo lo autorizado (*com. pers. Martínez, F.*).



Figura 2.8. Cerca con postes de madera en Joya Fría, Victoria.

Por otra parte, la leña es una materia prima maderable, considerada como la principal fuente de energía de los hogares rurales en un 40%; en algunas áreas de la zona centro del país la demanda de leña sobreexplota los ecosistemas forestales, ya que, no hay restricciones sobre su uso (CONAFOR, 2001). Sin embargo, en la RBSGGto, no parece ser un problema grave, ya que los habitantes utilizan la madera de árboles que están secos o enfermos (Figura 2.9); además, muchas de las viviendas cuentan con fogón ecológico, que ayuda en el ahorro de leña (*com. pers. Martínez, F.*). Existen pobladores que recolectan leña para venderla o para producir carbón, pero son actividades a baja escala.

La tierra de monte o tierra de hoja se obtiene de los bosques de encino, es otro producto del que no se tienen datos sobre su explotación. Su extracción y venta ocurre sobre todo para utilizarla en macetas o para venta.



Figura 2.9. Leña en Joya Fría, Victoria.

En la RBSGGto se considera que 122 especies de plantas tienen algún uso (medicinales, artesanales, comestibles, para construcción, forrajes, ornamentales o ceremoniales). En localidades de Atarjea y Xichú, se recolecta damiana, orégano, chilcuague y piñón. Pese a que la recolección no cambia la vocación de los suelos, se considera que el uso no controlado puede presentar un riesgo. Entre las más importantes destacan las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como la orquídea *Laelia speciosa* (lirio de mayo) que es considerada una de las especies más hermosas del género y alcanza un alto valor comercial (Hernández, 1992 citado en Naranjo, 2009); está en la categoría de protección especial, ya que las poblaciones de orquídeas se han visto afectadas por el saqueo y la fragmentación de su ecosistema. Debido al saqueo de cactáceas como *Mammillaria multihamata*, *Strombocactus disciformis*, *Stachys turneri*, por su valor ornamental, la mayoría se encuentran en la categoría de amenazadas y de protección especial.

2.4.3 Tenencia de la tierra

Cerca del 80 % de la superficie del país son ejidos y comunidades. La marginación de las localidades favorece el aprovechamiento de los recursos forestales de manera ilegal, junto con la carencia de políticas que los fortalezca dando lugar a la degradación los recursos naturales (CONAFOR, 2001).

Por otra parte, la desarticulación de comunidades contribuye a la falta de planeación y dirección, dando lugar a corrupción y desigualdad entre los miembros de la comunidad. La credibilidad en los líderes debilita el orden social, permitiendo el uso indiscriminado, individualista y de corto plazo de los recursos forestales (*ibíd.*).

En 2005, los problemas sobre la tenencia de la tierra en los municipios de Xichú y Atarjea, eran causados porque algunos ejidos registrados no concordaban con la realidad; los planos de los predios no coincidían en superficie, linderos, ni con los datos de las escrituras, lo que dificultaba saber quién es dueño de qué, y al no tener una certeza jurídica de la propiedad de la tierra, se limitan las oportunidades para obtener apoyos por servicios ambientales (CONANP, 2005).

Actualmente, alrededor de 43 ejidos en la RBSGGto están reconocidos en el Registro Agrario Nacional (2008), la mayor parte se encuentra en los municipios de Xichú y Atarjea por lo que más de 60% de la superficie de la RBSGGto es ejidal (Figura 2.10); sin embargo, aún no existe registro oficial sobre la existencia de predios federales, pequeños propietarios, ni propiedad privada. Esto dificulta a las dependencias para otorgar programas de conservación; al mismo tiempo, se genera desinterés por parte de los poseedores de los terrenos de concursar en programas para recibir apoyos por servicios ambientales (CONANP, 2012a).

La Procuraduría Agraria de Guanajuato en 2011, informó que 94% de los núcleos agrarios ya contaba con la certeza jurídica al regularizar su patrimonio, por medio del programa Fondo de Apoyo para Núcleos Agrarios sin Regularizar (FANAR), e invitó a participar a aquellos que aun no han regularizado sus tierras a participar e informarse al respecto. Estas acciones permiten un mejor desarrollo productivo de los ejidos y mejores condiciones de vida para sus habitantes.

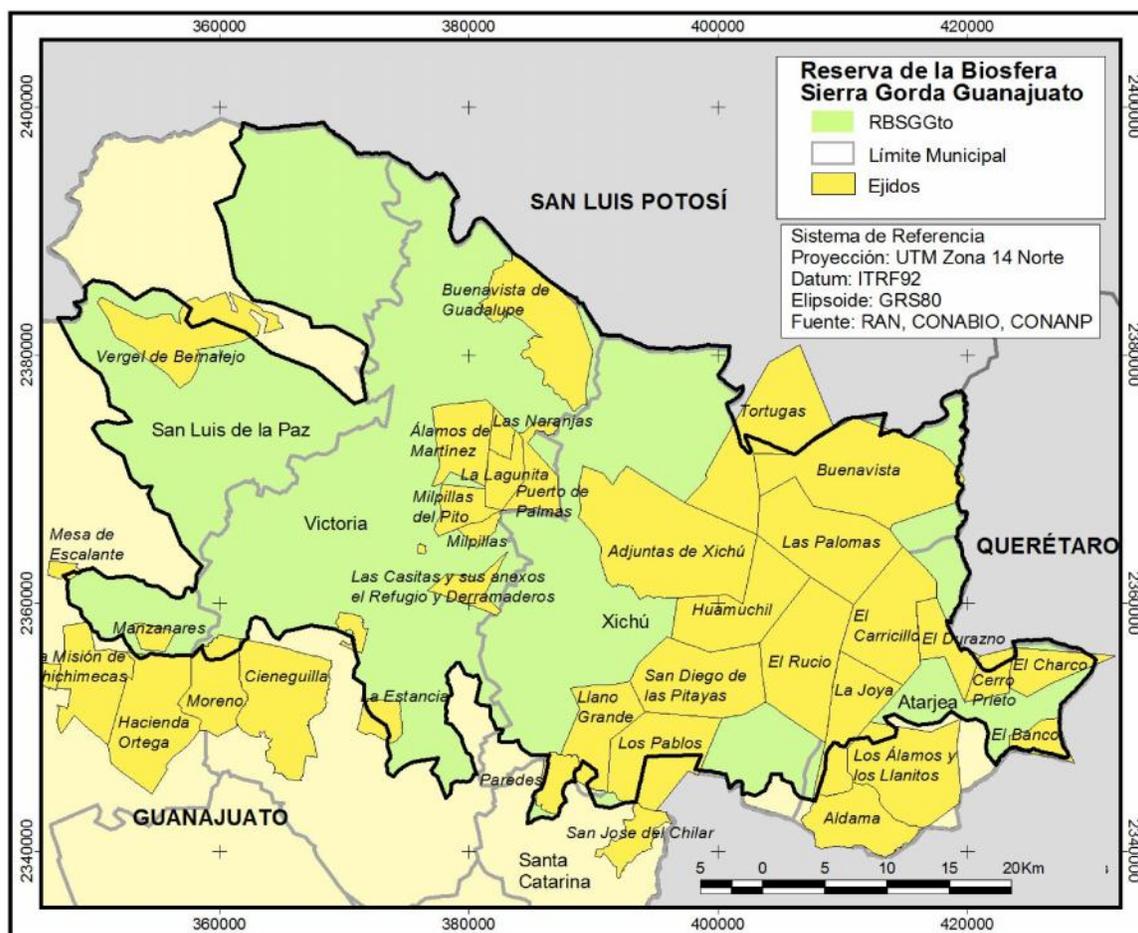


Figura 2.10. Núcleos agrarios en la RBSGGto.

2.4.4 Incendios

En las Áreas Naturales Protegidas los incendios son provocados por prácticas agrícolas en un 58% y por la limpia de carreteras en un 42%, afectan principalmente los bosques de coníferas y matorrales (CONANP, 2011). En la RBSGGto se reportan pocos incendios al año y no existe un registro histórico de incendios sólo aquellos que se registraron desde la declaratoria como reserva de la biosfera en 2007 (*com. pers. Vázquez, L.*) (Tabla 2.3). Algunas de las personas entrevistadas señalan que los incendios son poco frecuentes, afectan algunas hectáreas y que se presentan durante la época seca a causa de la quema de pastos, la producción de carbón, fogatas, o quema de basura.

Tabla 2.3. Incendios registrados en la RBSGGto 2008-2011

Año	Número de incendios	Superficie en hectáreas (ha)
2008	2 3 conatos	80
2009	1 conato	-
2010	1 conato	2.1
2011	1	-

Fuente: CONANP, 2008 a 2011

2.5 IMPACTO DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS

Las actividades antropogénicas antes mencionadas son las causantes de la degradación y deforestación de los bosques, ocasionan que los bosques sean más vulnerables ante otras amenazas como el cambio climático. El mayor impacto viene del cambio de uso de suelo. Los desmontes causan la pérdida de fertilidad o degradación en los suelos por la erosión y al mismo tiempo afectan la biodiversidad de ecosistemas, reducen la captación de agua y recarga de mantos acuíferos, lo que repercute en el empobrecimiento y la migración de la población (CONAFOR, 2001).

La construcción de carreteras puede modificar el paisaje y afectar el escurrimiento natural del terreno. En Xichú y Atarjea, a causa de los cortes de cerros para la apertura de las carreteras, las laderas son susceptibles a derrumbarse, especialmente durante la temporada de lluvia, lo que afecta la comunicación, por lo que se han instalado muros de contención o mallas que impiden la caída de rocas sobre la carretera (Figura 2.11). Además, la construcción de vías de comunicación puede influir en la instalación de nuevas viviendas o apertura de potreros a zonas agrícolas pues se facilita la comunicación y el aprovechamiento de recursos (VEN, 2008). Por ello, algunos pobladores tienen miedo de que con las carreteras llegue gente ajena a la comunidad y se vean afectados por robos de ganado o pertenencias, aunque también reconocen que son necesarias para estar mejor comunicados.

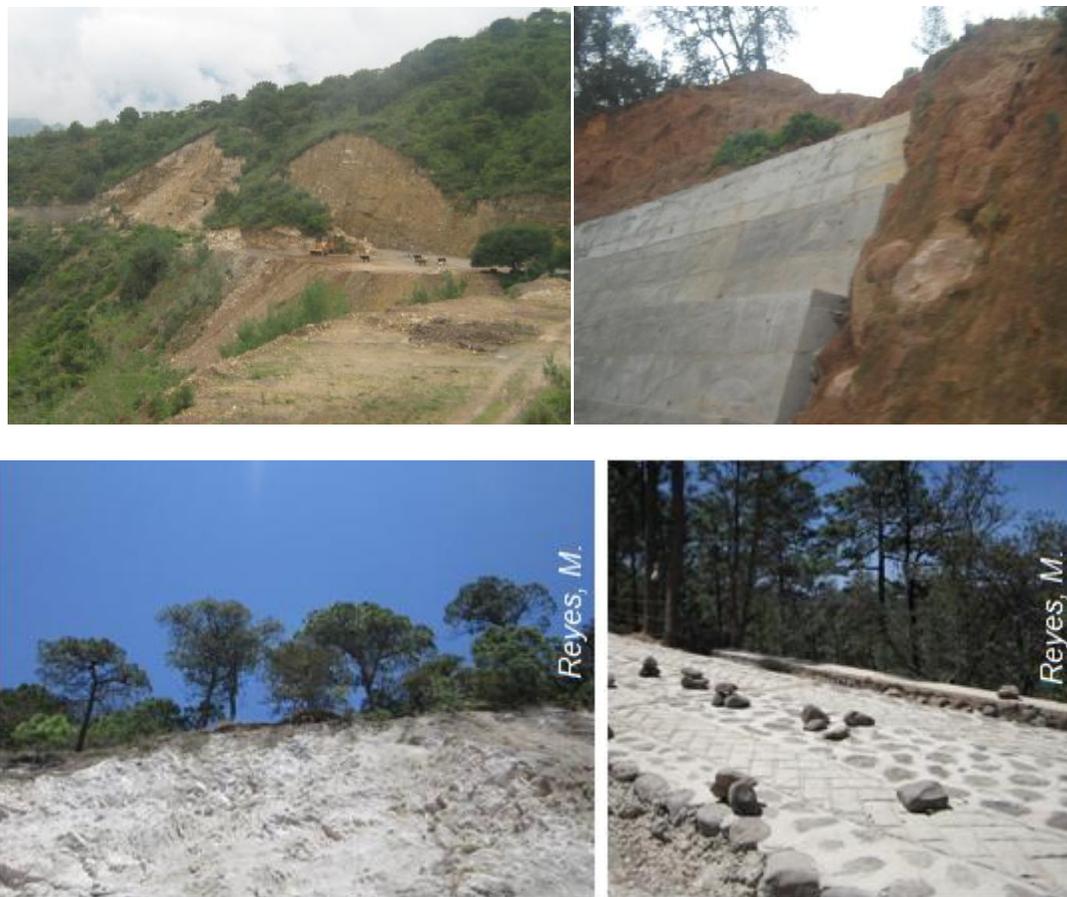


Figura 2.11. Construcción de vías de comunicación.

Arriba, corte de cerros en carretera hacia Xichú y muro de contención

Abajo, corte de cerro camino a Puerto Palmas y construcción de camino

Entre los impactos por la construcción de la presa El Realito, están el desmonte y reubicación de especies de flora de las márgenes del Río Santa María, así como de la zona de producción de grava y arena en el banco Tres Piedras, lo que también afectó la fauna. Se requirió indemnizar y reubicar a los propietarios de los 36 predios localizados en el vaso y en la zona de protección de la cortina. Para el acceso a la obra se rehabilitaron y pavimentaron 58 km del camino San Ciro de Acosta-Realito y se construyó un puente sobre el río Bagres. Los trabajadores utilizaron campamentos de la compañía minera Peñoles, así que no se construyeron nuevas instalaciones (CONAGUA, 2012) (Figura 2.12).



Figura 2.12. Algunos impactos de la construcción de la Presa el Realto.

A la izquierda, el Puente en el Rio Bagres; a la derecha, Campamento y oficinas.

Abajo, erosión hídrica en áreas de reforestación.

La búsqueda de nuevos yacimientos para satisfacer la demanda de los diferentes metales incluye Áreas Naturales Protegidas, con el argumento de traer beneficios económicos a regiones donde las actividades son restringidas y los recursos económicos son escasos puede dar lugar a la minería. Los impactos de esta actividad pueden ser muy altos en zonas poco alteradas. El desmonte y el despalde, repercuten en la flora y en la fauna, provocando su desaparición o migración (Jiménez, *et al.*, 2006).

La extracción de material cambia el pasaje y la topografía, modificando las condiciones locales de temperatura, humedad y escurrimiento, que repercuten en la vegetación y favorecen la inestabilidad en laderas y en la erosión (Walker y Powell, 2001; citado en Jiménez, *et al.*, 2006).

El proceso para obtener los minerales generalmente implica la producción de jales, que contienen sulfuros como piritita, pirrotita, galena, calcopirita, arsenopirita, que son fuente de elementos tóxicos como el plomo, cadmio, zinc, etc. y que, bajo condiciones climáticas de humedad, puede producir drenaje ácido por la oxidación de los sulfuros. En zonas lluviosas, los escurrimientos pueden distribuir estos elementos y provocar la acidificación del suelo y contaminar el agua. En zonas áridas se distribuye por acción del viento (Romero, *et al.*, 2008), lo que influye en la calidad de vida de los habitantes e impide el desarrollo en la agricultura, la ganadería y aprovechamiento de recursos forestales (Jiménez, *et al.*, 2006).

En la RBSGGto; la mina La Aurora en Xichú, es un ejemplo. Los jales producidos están al aire libre, cuando llueve los residuos son arrastrados al río Xichú, especialmente el azufre, que se identifica por el color amarillo entre los residuos y fuerte olor. Los habitantes que viven cerca de la mina están expuestos ante estos contaminantes, y, aunque se les ha advertido sobre el riesgo, no cuentan con recursos para reubicarse. Al tratarse de minas abandonadas de principios del siglo XX, se desconoce quiénes sean los responsables, para exigir que retiren los jales (García, 2013).

Dentro de los impactos sociales por la instalación de una mina están, los conflictos entre los intereses sobre la tierra por parte de las concesiones mineras y los propietarios de los terrenos, y la reubicación de habitantes. Casi siempre se requiere de la construcción de nueva infraestructura como caminos para ingresar a la mina y viviendas en las comunidades para reubicar a los desplazados, lo que implica más servicios de agua, electricidad, etc. que, a su vez, traen más impactos en el ambiente. Aunque se generan empleos, el crecimiento económico de la región en un principio se beneficia y después, cuando ya no existen minerales en el yacimiento, los empleos e ingresos desaparecen y afectan a la población que se ve en la necesidad de migrar a otros lugares (Arvizu, 1997; en Jiménez, *et al.*, 2006).

Por otra parte, la tala y saqueo ilegal de especies deteriora los ecosistemas y son una de las principales causas de pérdida de biodiversidad a nivel local o regional, como las

especies vulnerables que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Aún se desconocen los impactos de la extracción de especies no maderables en la dinámica poblacional o su relación con polinizadores, dispersores u hongos, entre otros (Naranjo, *et al.*, 2009).

Los incendios ponen en riesgo los bienes y servicios ambientales que las ANP resguardan. Los efectos negativos de los incendios como la erosión del suelo o transformación del paisaje, se pueden traducir en la disminución de posibilidades de desarrollo para los habitantes mediante actividades de aprovechamiento sustentable o turísticas y de recreación (CONAFOR, 2001). Las prácticas inadecuadas de roza tumba y quema han propiciado que los incendios en la RBSGGto afecten a los árboles con la plaga del gusano descortezador, defoliadores y epífitas, afectan la producción de la semilla y los procesos de regeneración natural. Cerca del Ejido el Carricillo se registra la presencia de los descortezadores *Dendroctonus e Ips*; defoliadores como la mosca sierra, *Monoctenus sanchezi*, en el ejido Adjuntas y zonas aledañas. Las epífitas se presentan en zonas templadas y de transición (CONANP, 2012a).

La Universidad Autónoma de Querétaro realizó un estudio sobre la fragilidad de la vegetación en la RBSGGto (*Calidad y fragilidad de la vegetación en la RBSGGto*; citado en CONANP, 2012a); los resultados, muestran que en 9.17% de la vegetación la fragilidad es muy alta y en 33.25% es alta; el resto representan zonas que ya han modificado la fragilidad de su ecosistema, por lo que el resultado varía entre medio o nulo.

Los efectos de las actividades humanas se manifiestan en la degradación del suelo como se muestra en la Figura 2.13.

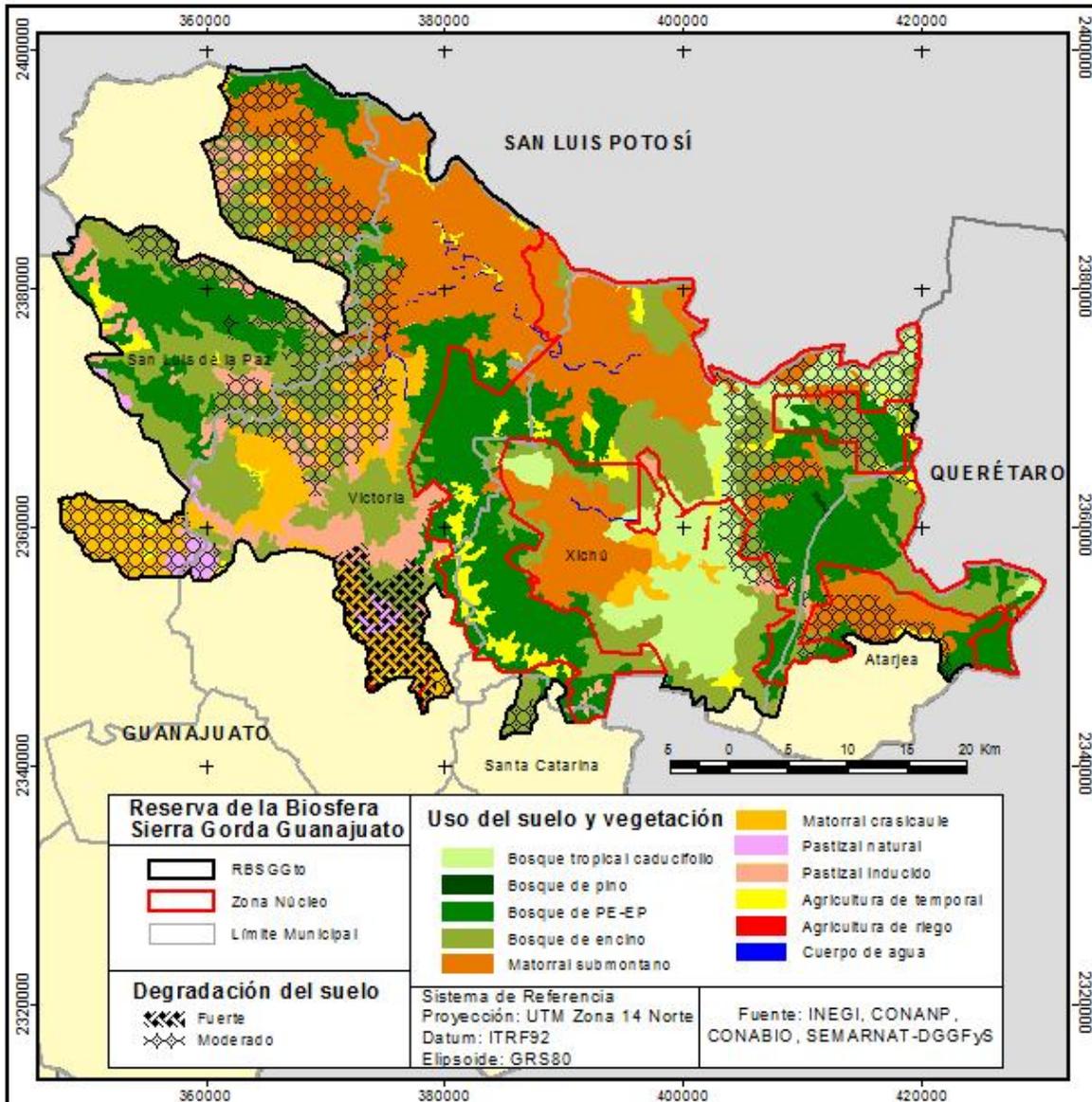


Figura 2.13. Mapa degradación y uso del suelo en la RBSGGto.

En Victoria, al sur de la RBSGGto, se presenta erosión hídrica con pérdida superficial del suelo fuerte, a causa de la deforestación y la remoción de la vegetación y por actividades agrícolas, en BE, matorral crasicaule y pastizal natural principalmente (Figura 2.14).



Figura 2.14. Erosión hídrica y pérdida de suelo en San Agustín, Victoria.

Al este, en el municipio de San Luis de la Paz se presentan áreas de degradación moderada del suelo, sobre vegetación de BE y BEP, por erosión hídrica. Al oeste, en el municipio de Xichú sobre BTC, el suelo presenta erosión eólica con pérdida del suelo superficial. En Atarjea la erosión eólica con pérdida de suelo, también es moderada pero se debe a actividades agrícolas, deforestación y remoción de la vegetación y sobrepastoreo.

CAPÍTULO 3.

VULNERABILIDAD DE LOS BOSQUES BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los bosques, al ser destruidos por actividades antropogénicas, liberan el carbono almacenado en los árboles (tronco, raíces, hojas y otros tejidos vegetales) en el suelo y materia orgánica, lo que contribuye a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Según el IPCC (2007), la deforestación contribuye con 17% de las emisiones de carbono a nivel mundial. En México representan 9% y en el estado de Guanajuato alrededor de 3.4% (IEE, 2011b).

Se considera que el cambio climático es la principal amenaza ambiental del siglo y está entre las principales causas de pérdida de biodiversidad. Persiste aún la incertidumbre sobre el efecto conjunto de los cambios en temperatura y precipitación sobre la vegetación ya que se desconoce la resistencia y resiliencia de los ecosistemas, lo que no representa una excusa para la inacción o para posponer las acciones hasta contar con el conocimiento suficiente sobre los impactos (Magaña en CONANP-FMCNAC-TNC, 2011). La aplicación de escenarios regionalizados ayuda a reducir la incertidumbre sobre los impactos del cambio climático a nivel local o regional y ayuda a identificar la vegetación y especies más vulnerables.

3.1 ESCENARIOS REGIONALIZADOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA RBSGGTO

El escenario base de temperatura y precipitación observada en la RBSGGto (Cruz, 2013) muestran que la mayor parte de la superficie muestra condiciones de clima semicálido con temperaturas medias que oscilan alrededor entre 24° y 15.5°C, la precipitación media anual entre 440 y 626 mm. Entre los eventos extremos se presentan sequías, lluvias excesivas, granizadas y cambios en la temperatura, (*com. pers.* Ildfonso, V.).

Entre los modelos de escenarios climáticos disponibles para la región, están los del Programa Estatal de Cambio Climático del Estado de Guanajuato (PECCEG) y los realizados

por Cruz (2013) para la RBSGGto. Se revisaron ambos, a fin de identificar patrones de coincidencia sobre el incremento o decremento de la temperatura y precipitación.

El PECCEG, obtuvo una prospectiva del comportamiento de temperatura y precipitación en el estado con base en los escenarios nacionales al 2010 del INE y los planteados por el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC en 2007, se utilizaron los escenarios A2, A1B, B1 y COMMITED. El escenario A2 presenta cambios significativos para la región noreste del estado, donde se observa un aumento en la temperatura entre 0.5 y 2.5°C, así como, una disminución entre 0 a 5% de la precipitación (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Posibles cambios en la temperatura y precipitación.

Periodo	Incremento en Temperatura °C	Disminución en Precipitación Media Anual
2010 - 2039	0.5 - 1	0 - 5 %
2040 - 2069	1.5 - 2	0 - 5 %
2070 - 2099	2 - 2.5	0 - 5 %

Fuente: IEE, 2011

Por otro lado, Cruz (2013) realizó escenarios de cambio climático regionalizados para la RBSGGto, por medio de los datos de ocho estaciones meteorológicas y la aplicación del Generador Estocástico de Tiempo Meteorológico LARS. Para el análisis de la información se utilizaron los llamados *blox plot* (diagramas de caja) y funciones de densidad de probabilidad. Los resultados obtenidos del análisis señalan que la temperatura mínima tiende a aumentar 1°C, mientras que los valores atípicos alcanzan un incremento de 6°C respecto a la temperatura observada y los eventos máximos extremos serán más frecuentes aunque con la misma intensidad que en la actualidad, es decir, que serán más comunes las temperaturas mínimas más cálidas. En lo que respecta a la temperatura máxima, tiende a aumentar entre 1° y 2 °C, los valores mínimos moderadamente atípicos y los atípicos, en algunas estaciones disminuyen su intensidad, mientras que, en otras aumenta desplazándose a 1°C de temperaturas más cálidas. No se presentan cambios en los valores extremos.

La precipitación presenta resultados diferentes en cada estación, sólo en una se incrementa la intensidad 2 mm. En el rango de normalidad la mitad de las estaciones no presentan cambios, la otra mitad incrementa su intensidad y frecuencia 2 mm. Los valores moderadamente atípicos y atípicos presentan incremento de 5 mm en varias estaciones, a excepción de dos estaciones que muestran una disminución de 1 mm en valores máximos moderadamente atípicos. Los valores atípicos no presentan cambios. En casi todas las estaciones se presenta una disminución en la intensidad de los valores extremos, entre 10 y 25 mm menos que la precipitación observada; con excepción de una estación que presentó un aumento de 3 mm.

En resumen, los resultados, señalan que la temperatura tiende a incrementarse entre 1 y 2°C proporcionalmente a los años proyectados; es decir, que conforme transcurra el tiempo se incrementará la temperatura del escenario observado. En lo que respecta a la precipitación, los valores extremos muestran una tendencia a disminuir, serán menos frecuentes e intensos. Las coincidencias entre los modelos aplicados en el PEACC y los aplicados por Cruz son altas. De aquí que bajo el supuesto de un aumento de temperatura y disminución de la precipitación se puede identificar la vulnerabilidad de los bosques y algunas especies ante los impactos de cambio climático.

3.2 OBJETOS DE CONSERVACIÓN Y ATRIBUTOS ECOLÓGICOS CLAVE

De acuerdo con la CONANP-FMCNAC-TNC (2011) los elementos de conservación son aquéllos que podrían afectarse por los factores de cambio climático. Se determinó como principales objetos de conservación a los bosques de pino-encino y bosque tropical caducifolio ya que es probable que las condiciones de temperatura y humedad en las que se encuentran cambien; y posiblemente se pierdan servicios ambientales hidrológicos, además, los bosques son habitados por un considerable número de personas, que, por un lado, pueden contribuir al deterioro de los bosques y, por otro, también se verán afectadas por el cambio climático.

Por otra parte, se consideran relevantes las especies que se encuentran en algún grado de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cada una de estas especies cuenta con

atributos ecológicos clave que determinan su funcionamiento, como son historia de vida, procesos físicos, interacción entre comunidades, hábitat o interacción con otras especies, estructura y composición de un ecosistema estos atributos en general se verán afectados por la destrucción de su hábitat debido a los factores antropogénicos y climáticos presentes en la RBSGGto.

3.3 ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS Y LA VULNERABILIDAD ANTE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE BOSQUES DE LA RBSGGTO

3.3.1 *Cambio en la distribución de los bosques*

La vegetación actual se distribuye en relación con el clima, se espera que ésta logre adaptarse a los rápidos cambios de temperatura y precipitación; por lo que se proyecta que se presentará una nueva distribución de la vegetación en el país. Los bosques de coníferas (pinos, abetos) o latifoliadas (como los encinos); algunos pastizales naturales y matorrales, serán los más impactados, puesto que no soportan las condiciones cálidas, reduciendo su distribución o, en algunos casos, podrían desaparecer (Villers y Trejo, 2004).

En los modelos que aplicaron Villers y Trejo (2004) para el país (Tabla 3.2) se puede observar que la región noreste del estado de Guanajuato, presenta cambios poco significativos, respecto de la condición actual; sin embargo, es probable que el matorral xerófilo, gane superficie a costa de los bosques de pino y encino. De acuerdo con los escenarios regionalizados antes mencionados, el modelo que podría representar mejor las condiciones de temperatura y precipitación en la RBSGGto es el Canadian Climatic Center Model (CCCM).

Tabla 3.2. Modelos de distribución potencial de la vegetación.

Modelo de sensibilidad	Modelo Canadian Climatic Center Model (CCCM)	Modelo Geophysical Fluids Dynamic Laboratory (GFDL-R30)
<p>Temperatura +2°C Precipitación -10%</p>	<p>Temperatura +2.8°C Precipitación -7%</p>	<p>Temperatura +3.2°C Precipitación +20%</p>
<p>Disminución de bosques templados de coníferas y encinos, pastizales naturales de alta montaña y matorrales con afinidades templadas, serían desplazados por elementos con preferencias más cálidas y xéricas (con adaptaciones a la aridez). Se prevé que el límite latitudinal de los bosques espinosos se desplazaría hacia el sur, principalmente en la vertiente del Pacífico.</p>	<p>Tendencia a la aridez, favorece condiciones para ampliación de bosques secos y bosques tropicales caducifolios, decremento de los bosques templados y comunidades de alta montaña.</p>	<p>Favorece distribución de bosques tropicales. Los climas áridos templados y semicálidos desaparecerían. Los pastizales naturales y los matorrales xerófilos serían reemplazados por bosques espinosos o matorral más cálidas y más húmedas. Los bosques de coníferas en climas semifríos serían reemplazados por encinares se establecerían a mayor altitud.</p>

Fuente: Villers y Trejo, 2004

Otro estudio más detallado presentado por Gómez, *et al.*, (2007), examinó la vulnerabilidad de 17 especies de pino y 17 de encino, a los efectos de cambio climático en México. Este estudio se basa en el modelo de simulación GARP, para proyectar la distribución geográfica de las especies bajo el modelo HadCM2 y el escenario SRES A1 proyectado a 2050. Los resultados señalan que especies como *Pinus rudis*, *P. chihuahua*, *P. occarpa* y *P. culminicola* reducen su distribución, por lo que resultan más sensibles. Mientras que, *Pinus patula*, *P. montezumae*, *P. teocote*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. arizonica* y *P. herrerae* tienen tolerancia moderada. Los más tolerantes a cambio climático son *P. cembroides*, *P. durangensis*, *P. hartwegii* y *P. strobiformis*, ya que su distribución no presenta modificaciones significativas. Por otra parte, las especies de encino más sensibles son *Quercus crispipilis*, *Q. peduncularis* y *Q. acutifolia*. *Quercus sideroxylla*, *Q. mexicana*, *Q. eduardi*, *Q. castanea*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. magnolifolia* y *Q. crassifolia* son moderadamente tolerantes. Las más tolerantes son *Q. obtusata*, *Q. durifolia*, *Q. segoviensis*, *Q. elliptica*, *Q. scytophyllay* y *Q. laeta*.

De esta manera, las especies más sensibles verán reducida su distribución en la medida que el clima cambie. Sin embargo, existe la posibilidad de que pese a que no cambie la distribución, sí afecte las condiciones de desarrollo de las especies. De acuerdo con lo anterior, los bosques en la RBSGGto podrían describirse como moderadamente tolerantes a la reducción de su distribución potencial, ya que muchas de las especies que conforman los bosques de la RBSGGto son encinos y pinos moderadamente tolerantes y tolerantes, principalmente *Quercus*. La región que podría ser más vulnerable se encuentra en Atarjea, donde hay presencia de *Pinus oocarpa*.

3.3.2 Riesgo de incendios forestales

Los incendios son una amenaza a la biodiversidad pero también forman parte de la dinámica histórica de los ecosistemas, que han desarrollado cierta sensibilidad y respuesta ante el fuego (Manson *et al.*, 2009). Un posible impacto del cambio climático es el incremento y frecuencia de incendios forestales (IPCC, 2007). Con el aumento de temperatura y el cambio en los patrones de precipitación es muy probable que se presenten sequías muy severas, que den lugar a incendios, como sucedió en 1998 con el fenómeno del Niño, que provocó sequía extrema y en varias ANP se presentaron inusuales incendios que afectaron bosques tropicales (CONANP, 2011a). Los incendios amenazan el adecuado funcionamiento de bosques y servicios que proveen de no contar con estrategias de prevención y mitigación (CONAFOR, 2001).

Es probable que regiones actualmente libres de incendios o que presenten baja incidencia se incrementen en el futuro debido a las condiciones de temperatura más cálidas y secas (Figura 3.1). Algunos estudios indican que durante las precipitaciones severas se acumula biomasa (combustible) que durante la época de sequía permite la propagación del fuego y favorecerá la presencia de especies patógenas y plagas, que matarán árboles que posteriormente se acumularán como combustible, al secarse y quemarse darán lugar a especies invasoras asociadas al fuego incrementando el número y severidad de los incendios (CONANP, 2011a).

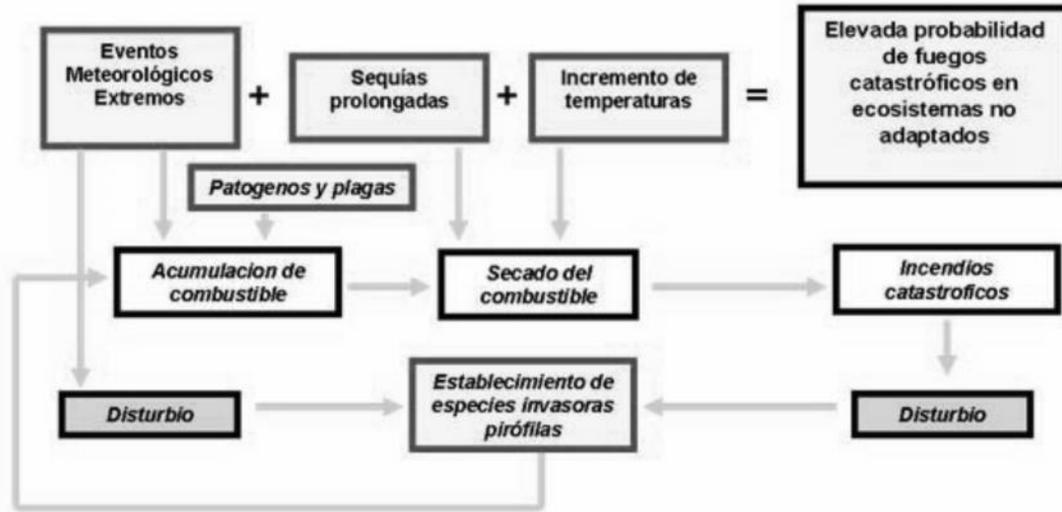


Figura 3.1. Sinergias adversas vinculadas al cambio climático.

Fuente: CONANP, 2011a

En las Áreas Naturales Protegidas la vulnerabilidad ante el riesgo de incendios se ha incrementado ya que en los últimos veinte años los incendios y presencia de puntos de calor aumentaron. De continuar este ritmo, los bosques serán sustituidos por vegetación más tolerante al fuego, afectando la estructura del ecosistema, la pérdida de biodiversidad y la presencia de plantas no nativas que pueden convertirse en plagas y enfermedades que provoquen la muerte de árboles (CONAFOR, 2001).

Actualmente, este incremento de incendios altera el régimen de fuego de los ecosistemas. Según Cochrane y Schulze (1999, en CONANP, 2011a) la susceptibilidad de los bosques varía según el estado en el que se encuentre el bosque; por ejemplo un bosque que no se ha quemado es susceptible en 5%; mientras que en bosques que ya se han quemado la susceptibilidad es de 50% y cuando un bosque ha sido talado, fragmentado o con presencia de varios incendios anteriores son mucho más susceptibles y requieren de mayor protección.

Después de un incendio la regeneración del ecosistema puede presentar retoños de árboles dañados (Kauffman, 1991; citado en CONANP, 2011a) o si el incendio es de tipo subterráneo deteriorar las raíces de los árboles y también pueden afectar su resiliencia

(Cochrane y Schulze, 1999; citado en CONANP 2011a). La severidad de los incendios depende del tipo de bosque, es media alta en el bosque mesófilo, alta en el bosque mixto y media baja para el bosque de pino o pino-encino (CONANP, 2011a). Algunos estudios demuestran que los bosques mesófilos de montaña son muy sensibles al fuego, ya que cada vez son más comunes en zonas húmedas por actividades humanas. En años secos se pueden quemar severamente, y disminuir la riqueza arbórea y favorecer la dominancia de pinos, sobre latifoliadas. Por otra parte, en el bosque de pino, después de un incendio aumenta la riqueza florística en comparación con los bosques que no se han quemado, aunque el régimen de incendio debe ser frecuente pero de baja severidad (Manson, 2009).

3.3.3 Plagas

La destrucción del hábitat por el hombre, afecta la distribución potencial de las plantas lo que, aunado a los cambios en el clima favorecerá las condiciones para la proliferación de especies invasoras³ que tienen comportamientos ruderales en sus hábitats nativos ya que se caracterizan por tener mecanismos de dispersión muy rápidos y que son, por lo general, muy tolerantes a una amplia gama de climas. Los pastizales templados tienen mayor incidencia de invasiones mientras que los bosques tropicales son menos vulnerables (Domínguez *et al.*, 2009).

Actualmente, en la RBSGGto, existe presencia de especies introducidas con capacidad invasiva como *Kalanchoe daigremontiana* y *K. tubiflora*. Las especies *Melinis repens*, *Schinus molle*, *Asphodelus fistulosus*, *Taraxacum officinale*, y *Nicotiana glauca* aunque son introducidas, se consideran menos agresivas (UAQ, 2011). Diversas especies de muérdago, como *Psittacanthus calyculatus* o *P. palmeri* han ampliado su distribución en los últimos años, de manera que en algunas regiones se encuentran como especies invasoras ocasionando problemas a especies forestales (Gómez y Salazar, 2012).

En el bosque tropical caducifolio *P. palmeri* se encuentra sobre *Bursera sp*; mientras que, *P. calyculatus* prefiere árboles de mezquite y se presenta como plaga. Los muérdagos

³ Aquella especie alóctona a una región, que ha sido introducida como consecuencia de las actividades humanas, se ha expandido fuera de su rango de distribución natural y que por su incremento en abundancia respecto a su sitio de origen o por sus efectos ambientales tiene consecuencias negativas para la biodiversidad nativa.

invaden especies de pino, acacias, burseras, encinos y mezquite, por lo que se presenta en todos los municipios que conforman la RBSGGto, principalmente en áreas con algún grado de fragmentación y que se encuentran con mayor incidencia de luz, condiciones propicias para el desarrollo del muérdago, que también es un recurso importante en la alimentación de aves silvestres, por lo que requieren de un manejo integral (*ibíd.*).

El estudio sobre las sinergias entre el cambio climático y especies exóticas invasoras (Domínguez *et al.*, 2009), predice la distribución potencial bajo condiciones actuales y futuras de diferentes especies exóticas, basada en modelos de nicho. Considera que el incremento en temperatura, precipitación y en el CO₂ atmosférico puede favorecer la dominancia de especies de pastos exóticos al ampliar sus rangos de distribución, que podrían incrementar los ciclos de fuegos estacionales, alterar los ecosistemas y reducir la biodiversidad. En la Tabla 3.3 se indica la probabilidad de presencia de las especies que tienen el potencial de distribuirse en la RBSGGto.

Tabla 3.3. Probabilidad de presencia de especies exóticas invasoras

Especie	Actual	Escenario SRES A2	
		2010-2039	2040-2069
<i>Cenchrus ciliaris</i>	Alta moderada	Alta	Alta
<i>Chloris virgata</i>	Alta moderada	Alta	Alta
<i>Plantago major</i>	Alta	Alta moderada	Alta moderada
<i>Eragrostis cilianensis</i>	Moderada alta	Moderada alta	Alta moderada
<i>Rhynchelytrum repens</i>	Moderado alta	Moderado alta	Moderada alta
<i>Polypogon viridis</i>	Moderada	Moderado alta	Moderado alta
<i>Anagallis arvensis</i>	Moderada	Moderada	Moderada
<i>Cynodon dactylon</i>	Moderada	Moderada	Moderada
<i>Rorippa nasturtium-aquaticum</i>	Moderada baja	Alta baja	Alta baja
<i>Polygonum hydropiper</i>	Moderada	Moderada baja	Baja
<i>Arundo donax</i>	Moderada	Baja	Baja
<i>Verbena carolina</i>	Baja alta	Baja alta	Baja alta
<i>Poa annua</i>	Baja moderada	Bajo moderado	Baja moderada
<i>Erodium cicutarium</i>	Baja moderada	Baja moderada	Baja moderada
<i>Echinochloa crus galli var. crus galli</i>	Baja	Moderada alta	Moderada alta
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Baja	Baja moderada	Baja

Fuente: Domínguez *et al.*, 2009.

La plaga del gusano descortezador afecta al pino piñonero en los municipios de Xichú y Atarjea. Los esfuerzos por erradicarlo no han funcionado, y con el aumento de la temperatura se espera que sea más difícil erradicarlo (*com. pers. Ildefonso, V.*).

3.3.4 Demanda de agua

Actualmente en el estado 17 de los 20 acuíferos de los que se abastece presentan sobreexplotación; los tres restantes tienen niveles cercanos al equilibrio hidrológico entre ellos está el acuífero Xichú-Atarjea con 3.99 millones de m³. Por otra parte, las aguas superficiales que se encuentran en la RBSGGto son: la cuenca del río Santa María 1 (desde Ojo Caliente a la presa El Realito) que presentan un déficit en la disponibilidad de agua (Bello, 2014); el río Santa María 2 (desde la Presa el Realito hasta la confluencia con el arroyo La Laja) con disponibilidad de 58.66 millones de m³ anuales; el río Santa María 3 (desde el arroyo La Laja hasta la estación hidrométrica Tansabaca) con disponibilidad de 409.93 millones de m³ anuales; la cuenca del río Victoria con disponibilidad de 7.31 millones m³ anuales y la cuenca del río Extóraz con 70.14 millones de m³ anuales. Lo anterior determino que las cuencas del río Santa María 2 y 3, así como la del río Victoria y río Extóraz, podrían ser las futuras fuentes de abastecimiento de agua para municipios como San Miguel de Allende, Celaya, Irapuato, Dolores Hidalgo y Ocampo (SGT, s/a).

Según el Diagnostico Climatológico para el estado de Guanajuato (IEE, 2011), la mayor vulnerabilidad al cambio climático será por el abasto de agua. La tendencia en el incremento de la demanda de agua es para todo el estado; sin embargo, en la región noreste bajo escenarios del Modelo de Abasto y Uso de Agua al 2030, la demanda será hasta del 5%, ya que cualquier cambio en la región será significativo. De acuerdo con los escenarios regionalizados de Cruz (2013), en la RBSGGto la precipitación disminuirá en 2mm, es decir, la precipitación se mantendrá prácticamente igual a la actual, sin embargo, la temperatura aumentara y es probable que se presenten sequías más frecuentes, que afectaran la productividad de los suelos, pérdida de cosechas y aumentara la demanda de agua en las regiones más secas de la RBSGGto. Por ello en 2013 la CONANP, CONAGUA y la

WWF firmaron un convenio para que las reservas potenciales de agua (entre las que se encuentra la RBSGGto), impulsen acciones concretas para la conservación del agua.

3.4 HIPÓTESIS DE CAMBIO

Considerando que los escenarios regionalizados (que indican un aumento en la temperatura y probable disminución en la precipitación) y los posibles impactos del cambio climático en la vegetación y especies, se redactaron las siguientes hipótesis de cambio para los bosques de la RBSGGto. Cabe señalar que el nivel de certidumbre podría considerarse como medio, ya que, por un lado la región noreste cuenta con muy pocas estaciones climatológicas; por otro, faltan más estudios especializados sobre la región, que permitan identificar la distribución de los patrones de lluvia a lo largo del año, además de mayor información sobre los ecosistemas y especies que albergan.

- Los BPE y BEP pueden ver reducida su superficie al estar bajo condiciones de estrés hídrico, y dar lugar a otros tipos de vegetación, lo que puede repercutir en la disminución de servicios ambientales principalmente la recarga de mantos acuíferos y pérdida de la biodiversidad y recursos forestales maderables y no maderables.
- Las sequías pueden ser más severas, por lo que es más probable que los incendios forestales sean más frecuentes y severos, y reducir la superficie de bosques, ya que pueden afectar la resistencia y resiliencia de las especies para recuperarse. Además, se incrementaría la emisión de GEI.
- Al reducirse la superficie de bosque y las zonas de recarga de mantos acuíferos, sumado a sequías más severas, la disminución del agua para la agricultura y ganadería implica un grave problema en la seguridad alimentaria de los habitantes, por la pérdida de cosechas, de ganado, y para consumo.
- La proliferación de plagas podría incrementarse y afectar severamente los bosques e incrementar la vulnerabilidad ante eventos de incendios. Por otra parte, las especies invasoras pueden competir con las existentes por lo que también pueden encontrarse más vulnerables.

- Las especies en riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 son también vulnerables ante los impactos del cambio climático: once especies pertenecen a la familia de las cactáceas por lo que su tolerancia a las condiciones extremas es alta; sin embargo, los incendios pueden afectar su resiliencia, sobre todo si éstos son frecuentes, a diferencia de especies como *Laelia speciosa*, *Euchile marie*, *Gentiana spathacea*, *Diospyros wrightii* y *Litsea glaucescens* que son más vulnerables, ya que son especies de climas templados, y pueden no tolerar los cambios en temperatura y precipitación.
- Los recursos forestales, tanto maderables como no maderables, se reducirán al disminuir la superficie de los mismos. Además, las condiciones pueden disminuir la producción de recursos no maderables como el piñón, por lo que los habitantes verán afectada su economía.
- Bajo condiciones de lluvias extremas intensas, las zonas donde los bosques son más vulnerables por los incendios o deforestación pueden erosionarse más fácilmente, lo que implica mayor pérdida de suelo y posible avance de la desertificación; en zonas inestables es probable un incremento en los derrumbes; en zonas donde existen jales mineros las lluvias intensas pueden arrastrarlos, contaminando otras regiones, lo que podría impedir el crecimiento de vegetación.
- Las especies de flora y fauna que se encuentran en los bosques probablemente disminuyan su distribución, dependerá de su capacidad de adaptación ante las nuevas condiciones, por lo que pueden aparecer nuevas especies en peligro de extinción.

3.5 AMENAZAS ACTUALES EXACERBADAS ANTE CAMBIO CLIMÁTICO

La principal amenaza actual es el cambio de uso de suelo, que cada vez es más frecuente y extenso, el efecto de estas actividades fragmenta los hábitats originales que, aunados a amenazas climáticas puede degradarlos aceleradamente, reducir el tamaño de poblaciones y la extinción de especies locales, que afectará la resistencia y resiliencia de los ecosistemas. Esto los hace más vulnerables a ser reemplazados por otro tipo de

ecosistemas, al no poder adaptarse, ya sea, por no encontrar las condiciones óptimas para desarrollarse. La posibilidad de que se reactive la minería en la región noreste de Xichú, puede acelerar la pérdida de biodiversidad, ya que en esta región se presentan especies de mamíferos como el ocelote y lince, especies en riesgo por la destrucción de su hábitat. Además, esta actividad requerirá de agua que bajo las condiciones futuras será escasa, podría desatar un conflicto entre pobladores y concesionarios por el abasto de agua. Al reactivar la economía, el desarrollo de las localidades podría implicar la disminución de la superficie del BTC por la construcción de nueva infraestructura. Aun cuando las condiciones se realizaran bajo un manejo sustentable, la minería tiene un alto impacto sobre el ambiente y bajo las condiciones de cambio climático; la restauración de las áreas afectadas, podría ser mas difícil, requeriría de mayores ingresos y constante mantenimiento, las reforestaciones o actividades de mitigación podrían no funcionar y serían más susceptibles a erosionarse, a una posible desertificación y fragmentación de la región, que limita con Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Querétaro.

3.6 CORREDORES Y ÁREAS DE CONECTIVIDAD

La Región Terrestre Prioritaria Cerro Zamorano en Querétaro y Guanajuato tiene una superficie de 497 km² y posee un buen estado de conservación con vegetación de bosque de galería y encino con endemismos importantes. Funge como corredor biológico por la presencia de bosques de pino y encino, bosques de *Abies*, *Pinus cembroides* y *Quercus spp*; se ha visto afectada principalmente por la extracción de leña y actividades ganaderas. Su importancia se debe a los servicios ambientales como la recarga de mantos acuíferos y mantenimiento de germoplasma.

La Región Terrestre Prioritaria Sierra Gorda-Río Moctezuma cubre parte del estado de Guanajuato, Hidalgo, Querétaro y San Luis Potosí, sobre una superficie de 8,660 km²; cuenta con gran diversidad de tipos de vegetación rica en endemismos. Al norte, se incluye la RBSG Querétaro; muestra buen grado de conservación, y funciona como corredor biológico por la continuidad de bosques y selvas. Las principales actividades que la presionan son la agricultura y la ganadería, tala clandestina y caza ilegal.

Asimismo, se encuentra el Corredor Ecológico de la Sierra Madre Oriental, el cual forma parte de una provincia fisiográfica, con longitud de 135 km y ancho de 150 km. Cubre los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz. Posee altos niveles de diversidad, endemismos de especies vegetales y animales. De las 338 especies endémicas reportadas, destacan las de vertebrados, especialmente reptiles y anfibios. Estos últimos son de gran importancia por ser considerados sensibles a cambios en su hábitat y a variaciones climáticas. Los principales ecosistemas que se encuentran son bosque templado de pino y encino, bosque mesófilo de montaña, selva mediana, selva baja, matorral, lagunas de agua dulce y vegetación ribereña, entre otros. Incluye las ANP Reserva de la Biósfera Sierra del Abra Tanchipa, Región Prioritaria para la Conservación Xilitla, Área de Protección de Recursos Naturales Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa y el Proyecto de decreto Corredor Biológico Bosque Mesófilo de Montaña Hidalgo, Veracruz y Puebla. Estas regiones, al encontrarse relativamente bien conservadas, permiten la continuidad de ecosistemas, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas; sin embargo, también se ven afectadas por actividades antropogénicas. Se requiere una mayor comunicación entre los actores para la conservación, el mejoramiento de la conectividad y la reducción de las presiones existentes.

CAPÍTULO 4.

OPCIONES DE ADAPTACIÓN

Las Áreas Naturales Protegidas son, en sí, una estrategia para la mitigación y adaptación al cambio climático (CONANP-FMCNAC-TNC, 2011), ya que su objetivo es conservar o restaurar diversos ecosistemas y la biodiversidad.; de aquí que el Programa de Manejo del ANP incluya entre sus líneas estratégicas la Protección, la Restauración y el Manejo, para guiarse en las actividades que han de seguir para lograr tal fin. Sin embargo, estas estrategias no consideran los impactos del cambio climático a los que están expuestos los ecosistemas; por ello es necesario identificar estrategias de adaptación que contribuyan a mantener ecosistemas resilientes y funcionales, identificar actividades productivas sustentables, así como prevenir impactos actuales que puedan exacerbarse con el cambio climático (CONANP-FMCNAC-TNC, 2011), a fin de que los ecosistemas puedan adaptarse a las nuevas condiciones del clima.

Una forma de conseguir lo anterior es la adaptación basada en ecosistemas (AbE) pues ésta contribuye a la conservación de la biodiversidad y a la reducción de la vulnerabilidad de los ecosistemas, al tiempo que genera beneficios socioeconómicos, ambientales y culturales (Lhumeau, 2012). La estrategia de adaptación intenta aumentar la capacidad de los bosques para afrontar el cambio climático y reducir la vulnerabilidad lo cual se logra con la ordenación sostenible y el manejo sustentable de los mismos (Seppälä, 2008).

Con la información sobre la vulnerabilidad actual de los bosques y las hipótesis de cambio, se puede prever que el principal impacto del cambio climático en los bosques serán probablemente las sequías. Al aumentar la temperatura y disminuir la precipitación es probable que la evapotranspiración se incremente, lo que repercute en el estrés hídrico de las plantas y el probable incremento de incendios forestales. Por ello, es primordial identificar una estrategia de adaptación en bosques ante estas condiciones.

4.1 PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN

Actualmente en la RBSGGto se implementan cuatro programas; tres de ellos se relacionan con la protección, el manejo y la restauración de los bosques y, de manera indirecta, contribuyen a la mitigación y adaptación al cambio climático (*com. pers. Ildefonso V.*).

El Programa de Conservación para el Desarrollo Sustentable (PROCOCODES), ayuda a conservar la biodiversidad en la RBSGGto, mediante la construcción de terrazas, que contribuyen a retener el suelo y controlar la erosión; también se recuperan los ecosistemas, la masa y cobertura forestal con la plantación de diferentes especies de pino. A través de este programa se realizaron reforestaciones en San Jerónimo, Victoria (Figura 4.1; con plantas de *Pinus devoniana* y *P. greggii*, se abrieron brechas cortafuego, estufas ahorradoras, cisternas de ferrocemento, represas de piedra acomodada, plantaciones agroforestales, camas para producción de especies hortícolas, recuperación de suelo y barreras vivas, así como, obras de conservación y huertos comunitarios (CONANP, 2009, 2010, 2011, 2012).



Figura 4.1. Proyecto de restauración ecológica en la localidad San Jerónimo, Victoria.

Fuente: CONANP, 2012a

El PET es el Programa de Empleo Temporal que se instrumentó en 2010 como apoyo a la población rural en pobreza extrema, que habita en las áreas rurales que, con su trabajo,

ayuda a conservar los ecosistemas de la RBSGGto, así como a mejorar sus comunidades y su calidad de vida. Se pagan jornales a los habitantes que participan en las actividades de manejo, restauración y conocimiento (CONANP, 2012a).

El Programa de Vigilancia Comunitaria (PROVICOM) tiene como meta prevenir y disminuir los actos ilegales potenciales que atenten contra los recursos naturales de la RBSGGto, a través de acciones coordinadas con la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. En 2011 y 2012 se integraron cuatro comités de vigilantes comunitarios de diez integrantes cada uno (Figura 4.2), quienes realizan recorridos de vigilancia a través de bosque de pino y encino (*ibíd.*).



Figura 4.2. *Comité de Vigilancia Comunitaria, Ejido el Carricillo.*

Fuente: CONANP, 2012a

El PRONAFOR (Proárbol) es un programa federal que otorga apoyos económicos, técnicos y en especie para conservar, mejorar y aprovechar sustentablemente los recursos forestales. Está dirigido a toda persona propietaria de terrenos forestales o temporalmente forestales. El programa tiene diferentes categorías de apoyo para el desarrollo forestal y para la conservación y restauración (*com. pers. Martínez, F.*). La RBSGGto se encuentra entre las zonas elegibles para las categorías de conservación y restauración, servicios ambientales hidrológicos, la reforestación y restauración de suelos. Anualmente se convoca a solicitar los apoyos tanto a particulares, en su mayoría, como a ejidos (Figura 4.3).

En 2009, los apoyos por servicios ambientales en el rubro de biodiversidad se le asignaron al ejido Xichú en 1,044.53 ha, al ejido Llano Grande en 474.68 ha y al ejido Buenavista en 1,921.14. En 2012 recibieron apoyo 13,477.17 ha pertenecientes a los ejidos Los Pablos, Buenavista, Adjuntas de Xichú, el Durazno, Álamos de Martínez, Las Naranjas.

Para la categoría de Desarrollo forestal comunitario los resultados publicados a nivel municipal en 2012, señalan que se otorgaron cuatro apoyos al municipio de Atarjea. Los ejidos beneficiados fueron La Joya (Talleres participativos de servicios ambientales) y Mangas Cuatas, el que recibió tres apoyos, el primero para Estudios de ordenamiento territorial comunitario, el segundo para Cursos y talleres de capacitación y el tercero para Seminario de comunidad a comunidad.

Los apoyos para la categoría de Aprovechamientos forestales maderables, en la RBSGGto no aplican, sin embargo, se otorgo un apoyo a un particular para una auditoria preventiva ya que existe un aserradero (CONAFOR, 2012a)



Figura 4.3. Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos.

Para la categoría de reforestación con planta de vivero en ecosistema templado (CONAFOR, 2012b) se obtuvieron nueve apoyos: Victoria y Xichú tres cada uno, San Luis de la Paz dos y Atarjea uno. Para la reforestación en zonas áridas y semiáridas se dieron apoyos a los ejidos San Diego de las Pitahayas, Los Pablos, Adjuntas de Xichú, Guamúchil y el Rucio, en Xichú; La Joya en Atarjea; Mesa de Escalante, en San Luis de la Paz; y Las Naranjas, en Victoria, con un total de 360 ha.

Para el mantenimiento de áreas reforestadas se dieron 66 apoyos. El municipio de Victoria cuenta con 33, San Luis de la Paz 18, Xichú 14 y Atarjea uno. Destacan los apoyos a seis ejidos en Xichú con 239 ha, dos ejidos en Victoria con 110 ha, dos en San Luis de la Paz con 130 ha y uno en Atarjea con 50 ha. Para la protección de áreas reforestadas, se dieron ocho apoyos de los cuales cinco fueron para el municipio de Victoria, dos para San Luis de la Paz y uno para Xichú (*ibíd.*).

En 2012 se otorgaron 17 apoyos para la conservación y restauración de suelos en San Luis de la Paz; 13 en Victoria; 12 en Xichú y dos en Atarjea. También se otorgaron cuatro apoyos para el mantenimiento de obras y prácticas de conservación en San Luis de la Paz, uno en Victoria y otro en Xichú (CONAFOR, 2012c).

En 2013 se repartieron apoyos para talleres participativos de servicios ambientales en siete ejidos, ocho para evaluaciones rurales participativas, uno para el taller de formulación de reglamentos internos o estatutos comunales y otro para el ordenamiento territorial comunitario. Por otra parte, se dieron apoyos en la modalidad de estudios técnicos para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables en dos ejidos; en tres ejidos se apoyó para prácticas de manejo para aprovechamientos no maderables. También se dio un apoyo de servicio ambiental para biodiversidad a un ejido y otros dos para pequeños propietarios (CONAFOR, 2013).

4.2 OBJETIVOS DE ADAPTACIÓN ANTE CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS BOSQUES

Para reducir la vulnerabilidad de los bosques ante impactos del cambio climático y los efectos en la sociedad, la estrategia de adaptación tiene por objetivos:

- a) Mantener bosques resilientes y funcionales
- b) Mantener el aprovechamiento sustentable de recursos forestales
- c) Prevenir respuestas humanas adversas en bosques
- d) Prevenir impactos de amenazas actuales en los bosques que puedan exacerbarse con el cambio climático.

4.3 OPCIONES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN BOSQUES

Dado que la reserva aún no cuenta con un programa de manejo autorizado, los programas operativos anuales son la principal fuente para identificar las estrategias y acciones que se han implementado y desarrollado para la protección, y que pueden contribuir a la estrategia para adaptación al cambio climático, con el fin de que sean más viables en su aplicación.

Estrategia 1: Protección de bosques ante posibles impactos del cambio climático

Objetivo: Mantener la resiliencia y resistencia de los bosques.

Acciones	Actores clave
Informar sobre los impactos potenciales del cambio climático en bosques.	-Personal de la RBSGGto -Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. -Ayuntamiento municipales
Incrementar superficies que reciban pago, por servicios ambientales hidrológicos.	-Comisión Nacional Forestal -Ejidatarios y pequeños propietarios que viven en bosques. -Personal de la RBSGGto
Restauración de áreas degradadas para mejorar la conectividad entre bosques.	-Localidades más vulnerables -Personal de la BRS GGto -Ingenieros forestales de la CONAFOR
Reforestaciones con plantas más tolerantes ante cambio climático.	-Personal de la RBSGGto -Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agricultura y Pecuarias
Incrementar las brigadas contra incendios forestales y capacitar sobre pastos exóticos invasores	-Personal de la RBSGGto -Localidades
Desarrollo de silvicultura comunitaria sustentable	-Técnicos forestales de la CONAFOR -Ejidatarios y dueños de terrenos forestales -Personal de la RBSGGto

Fuente: Elaboración propia

Para adaptarse al cambio climático es importante considerar el posible incremento de incendios. Actualmente, la estrategia que contribuye a lo anterior es la Estrategia Prevención de Incendios forestales, entre cuyas acciones están:

- Programa contra incendios forestales, que incluye medidas para su mitigación. en el que participa CONAFOR.
- Talleres sobre el manejo de fuego
- Formación y capacitación de brigadas comunitarias que participen en el manejo de fuego
- Apertura brechas cortafuego
- Quemadas controladas

En la RBSGGto el borrador del Programa de Manejo incluye algunas estrategias para la mitigación y la adaptación al cambio climático que, en general, se enfocan a la mitigación de emisiones de GEI, y al incremento de sumideros de carbono:

- Desarrollar acciones de vigilancia para evitar la deforestación y cambios de uso del suelo de manera permanente.
- Restaurar ecosistemas degradados para incrementar los sumideros de carbono de manera permanente.
- Impulsar el pago por captura de carbono en los ecosistemas del área natural protegida y zona de influencia en el largo plazo.
- Aplicar medidas de prevención y combate de incendios forestales de manera permanente.
- Impulsar medidas que favorezcan una mayor capacidad de adaptación de los ecosistemas ante las perturbaciones naturales y antropogénicas permanentemente.

4.4 DIFERENCIAS EN LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN ENTRE LA SIERRA GORDA DE QUERÉTARO Y SIERRA GORDA GUANAJUATO

La RBSGGto nace con el objeto de preservar la diversidad de ecosistemas y de especies que existen en el Estado de Guanajuato con el apoyo del Instituto de Ecología del mismo estado (IEE), además de incrementar la conectividad con la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Querétaro.

Pese a las similitudes fisiográficas, ecológicas y económicas, la RBSGGto, es muy joven pues tiene sólo seis años en operación y no tiene un programa de manejo a la fecha, esto en parte debido a la inconformidad de la población a quien no se consultó, ni informó sobre lo que implica ser una ANP con categoría de Reserva de la Biosfera; esto es totalmente opuesto a la Reserva de Querétaro, que nace de la iniciativa de los propios habitantes, con el Grupo Ecológico Sierra Gorda hace 25 años y desde entonces son la experiencia viva de prácticas sustentables, pues han logrado organizar y capacitar a grupos de comunidades para que las adopten.

Otra diferencia es el tipo de propiedad de la tierra, en el caso de la Reserva de Querétaro el 70% es propiedad privada mientras que en la RBSGGto casi el mismo porcentaje es ejidal, lo que de alguna manera dificulta la organización puesto que en ocasiones los intereses de los comisarios ejidales son distintos a los del resto o la distribución de los recursos es inequitativa, lo que permite que se pierda la confianza en los líderes.

Por otro lado, en la RBSGGto, el personal que dirige y gestiona las actividades, se conforma de alrededor de diez personas y un consejo asesor, mientras que, la Reserva de Querétaro cuenta con el apoyo de Grupo Sierra Gorda, con un equipo interdisciplinario de 85 especialistas, con la alianza con Bosque Sustentable A.C. Sierra Gorda, Sierra Gorda Ecotour, y una larga lista de patrocinadores. En materia de cambio climático, la Reserva de Querétaro vende servicios ambientales y su capacidad de mitigación y adaptación al cambio climática es mayor.

El actual Director de la RBSGGto (Ing. Víctor Ildefonso Apolinar), trabajó como jefe de proyectos en la Reserva de Querétaro, por lo que tiene la experiencia y planea guiar a la RBSGGto con el fin de lograr algo similar a lo alcanzado por la Reserva de Querétaro, principalmente resolver la problemática sobre el polígono de la zona núcleo, ya que incluye las localidades más pobladas, lo que impide lograr una adecuada conservación, por ello, se busca cambiar el decreto para la zona núcleo.

La actual zona núcleo favorece a los bosques de pino y encino, así como una parte del bosque tropical caducifolio, en los municipios de Victoria y Xichú, además, de bosques en

Atarjea, pero no considera la zona donde nace el río La Laja que es un afluente importante del río Santa María, es una zona importante de recarga de agua pues es un río permanente y considerando las probables condiciones futuras es necesario proteger.

La propuesta del nuevo polígono, incluye para la zona núcleo, la protección del Río Santa María al noreste y tres polígonos como subzonas de uso restringido, Victoria-Xichú, Joyas-Victoria-Charco, y Buenavista.

La zona de amortiguamiento incluye tres subzonas de uso tradicional, (Vergel de Bernalejo, El Piñonal, y Carricillo-Cerro Prieto); cinco subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Río Bagres, Bramaderos, El Guamúchil, Palo Rojo y Adjuntas). La subzona de aprovechamiento especial incluye el polígono de la Presa el Realito, y trece polígonos para concesiones mineras que representan 13.4% de la superficie de la RBSGGto y, de resultar con potencial minero serían explotadas con algunas condiciones. Incluye, también, dos subzonas de asentamientos humanos (Xichú y Atarjea), tres subzonas de recuperación (San Luis de la Paz-Victoria, Mesa de Chaloc, La Lagunita); además, considera una zona de influencia basada en la microcuenca por su relevante conectividad en los procesos hidrológicos y ecológicos.

Esta propuesta de una nueva zona núcleo, protege áreas que son importantes, y son viables para su conservación porque la población es poca y resolvería la problemática actual sobre el manejo de la RBSGGto, sin embargo, se destinan muchas áreas para la minería lo que podría resultar contra productivo para los objetivos principales de la RBSGGto que son la protección y restauración de los ecosistemas.

Existe también la propuesta de realizar corredores ecoturísticos de San Luis de la Paz-Realito pasando por Bernalejo y San Luis de la Paz-Xichú. Otra propuesta es la de impulsar la cacería a través de las unidades de manejo de vida silvestre pero, para ello, aún se requiere conocer el tamaño de las poblaciones de fauna. Asimismo se planea incentivar que las tierras agrícolas sean más productivas en áreas pequeñas, lo que requiere trabajar con la población para que reflexione sobre los beneficios de crear un mercado local de productos orgánicos con bajo costo y alta calidad. Respecto al uso de agua, la instalación

de cisternas de ferrocemento que, captan y la acumulan el agua de lluvia, ayudan a crear una cultura en el aprovechamiento. Los esfuerzos realizados en la RBSGGto son importantes y llevan hacia una mejor adaptación aunque de manera lenta. Si se logran desarrollar estas propuestas con la participación de la población el futuro puede ser prometedor.

CONCLUSIONES

Se identificaron los tipos de bosque en la RBSGGto y las principales amenazas antropogénicas que los vulneran. Destaca el cambio de uso de suelo a agricultura y pastizal, en los últimos 34 años se ha incrementado considerablemente en San Luis de la Paz, Victoria y Xichú. El BTC y BE en el noreste de Xichú, resultan los más vulnerables junto con el bosque de encino en el municipio de San Luis de la Paz, ya que, el pastoreo ha degradado el suelo. Los bosques que son afectados por el gusano descortezador atacan principalmente al pino piñonero, en Atarjea y Xichú. Por otro lado el cambio de uso de suelo en bosques a actividades mineras en Xichú, representa un riesgo, ya que la zona funciona como un corredor entre Derramaderos, Victoria y la Sierra Gorda de Querétaro, para diversas especies de fauna entre las que destaca el venado de cola blanca, el ocelote y el lince.

Al analizar los escenarios regionalizados de cambio climático, muestran que la temperatura en la RBSGGto se incrementará entre 1° y 2°C, mientras que la precipitación tiende a disminuir casi imperceptiblemente 2 mm. Las hipótesis de cambio en los bosques señalan que los probables aumentos en la temperatura causaran sequías más frecuentes e intensas lo que implica que los bosques migren a zonas más elevadas, por lo que se modificará la actual distribución altitudinal; sin embargo, existe la posibilidad de que logren adaptarse pues son especies que podrían tolerar algunos periodos de sequía, aunque su crecimiento podría afectarse. La vegetación húmeda de la zona de Joya Fría, es la más vulnerable a desaparecer por el cambio climático, así como los bosques de *Pinus oocarpa* en Atarjea, ya que son una especie muy sensible y actualmente es dañada por el gusano descortezador. Las sequías podrían afectar la vegetación por mayor incidencia de incendios forestales y modificar el régimen de fuego de los ecosistemas que dará lugar a otro tipo de vegetación, y pérdida de la biodiversidad.

Las localidades que viven dentro de los bosques se verán afectadas ya que se reducirán los recursos forestales como el piñón. Las sequías frecuentes implican una severa disminución de agua, lo que impactará en el abasto de agua a la población, en la agricultura y en la ganadería, lo que puede representar un problema de inseguridad alimentaria y de salud

ya que pueden presentarse enfermedades como deshidratación o golpe de calor, especialmente los niños y los adultos mayores, principalmente en las zonas más secas.

De continuar con el ritmo el cambio de uso de suelo en los bosques, los impactos serán aún más severos. Por ello, es importante que se continúen las estrategias que actualmente contribuyen a reducir las actividades que los fragmentan como el pago por servicios ambientales, los proyectos de restauración ecológica, la formación de brigadas de vigilancia comunitaria, la construcción de cisternas de ferrocemento y construcción de represas. Estas actividades preparan a la población para lograr adaptarse mejor ante el cambio climático.

Lo anterior muestra que se logró cumplir con el objetivo general y los objetivos particulares, al identificar la vulnerabilidad de los bosques causada por amenazas antropogénicas y como se intensificarían con el cambio climático, así mismo la pregunta de investigación se corroboró, ya que sí se exacerban los impactos del cambio climático; sin embargo, es difícil decir en que grado será la afectación de los bosques, se trató de reducir la incertidumbre pero aún se desconoce mucho sobre la capacidad de las especies para adaptarse. El problema es más profundo ya que la vulnerabilidad de los bosques está ligada con la vulnerabilidad de la población (que se encuentra en un alto grado de marginación). Mientras los habitantes no cuenten con los recursos económicos que les permitan cubrir las necesidades básicas, continuara e incluso podría incrementarse la tala y saqueo de los recursos forestales, y la gestión sería más complicada.

Este trabajo es un primer paso para conocer los impactos de la actividad humana en la región y las posibles consecuencias del cambio climático; forma parte de un aprendizaje que requiere de la participación conjunta de los diversos actores. Se recomienda realizar estudios más detallados sobre la vegetación, como análisis e identificación de grupos funcionales, aplicación de índices de fragmentación, entre otros e incrementar la comunicación entre actores en lo referente al cambio climático. El Estado de Guanajuato cuenta con un PEACC, donde se plantean estrategias para la conservación y la restauración, pero se requiere enfocar más atención y recursos económicos a esta ANP.

REFERENCIAS

- 📖 Alpizar, A. (2012) *Evaluación de la toxicidad de cadmio en las semillas de huizache yondiro recolectadas en jales mineros*. Universidad de Guanajuato. México.
<http://www.academicos.ugto.mx/memoria/PDF/s203-27.PDF>
- 📖 Bello, L. (2014) *Escenarios de Cambio Climático para la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato con el modelo LARS-WG*. Tesis de licenciatura (no publicada). Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- 📖 Carranza, E. (2005) *Conocimiento actual de la flora del estado de Guanajuato*. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes Fascículo complementario XIV. México
<http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Complementario-XXI.pdf>
- 📖 Carranza, J., Rocha, R. y Garrido, C. (2012) *Clima, cambio climático y biodiversidad*. Biodiversidad en Guanajuato, Estudio de Estado, Vol. I. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato . México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/guanajuato_vol1.pdf
- 📖 Cercaira, R., Iglesias, J., Charre, J., Bolaños, R., Magaña, G., Sánchez, V., Kato, E. y Botello, F. (2012) *Registro notable de tres especies de mamíferos en la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Guanajuato*. Biodiversidad en Guanajuato, Estudio de Estado Vol. II, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto del Ecología del Estado de Guanajuato. México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/guanajuato_vol2.pdf
- 📖 Charre, J., Sánchez, V., Magaña, G. y Botello, F. (2012) *Estudio de la diversidad de mamíferos de talla mediana y grande del Municipio de Victoria*. Biodiversidad en Guanajuato, Estudio de Estado Vol. II. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/guanajuato_vol2.pdf

-
-  CICC, (2007) *Estrategia Nacional de Cambio Climático*. Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/211920.pdf>
-  CONAFOR, (2001) *Programa Estratégico Forestal para México 2025*. Comisión Nacional Forestal. México.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/307Programa%20Estrat%C3%A9gico%20Forestal%202025.pdf>
-  CONAFOR, (2009) *Resultados de la convocatoria del programa Proárbol*. Gerencia de servicios ambientales del bosque, Comisión Nacional Forestal. México.
-  CONAFOR, (2010a) *Guía práctica sobre cambio climático y bosques*. Comisión Nacional Forestal. México.
<http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/documentos/2562GuiaPracticaSobreElCambioClimaticoYBosques.pdf>
-  CONAFOR, (2010b) *Visión de México sobre REDD hacia una Estrategia Nacional*. Comisión Nacional Forestal. México.
http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/1393Visi%C3%B3n%20de%20M%C3%A9xico%20sobre%20REDD_.pdf
-  CONAFOR, (2011) *Estudio Regional Forestal de la Unidad de Manejo Forestal 1101, Guanajuato*. Comisión Nacional Forestal. México.
<http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/ver.aspx?grupo=9&articulo=2871>
-  CONAFOR, (2012a) *Registro Forestal Nacional, Guanajuato*. Comisión Nacional Forestal, México.
-  CONAFOR, (2012b) *Resultados de la convocatoria del Programa Desarrollo Forestal Comunitario, Proárbol*. Comisión Nacional Forestal, México.
-  CONAFOR, (2012c) *Resultados de la convocatoria del Programa Proárbol. Gerencia Estatal Guanajuato*. Comisión Nacional Forestal. México.
-  CONAFOR, (2012d) *Resultados de la convocatoria del Programa Conservación y Restauración de Suelos, Proárbol*. Comisión Nacional Forestal, México.

-
- 📖 CONAFOR, (2013) *Resultados de la convocatoria del Programa Proárbol*. Comisión Nacional Forestal, México.
- 📖 CONAGUA, (2012) *Libro blanco CONAGUA 08. Diseño, desarrollo de ingeniería y construcción de la Presa de almacenamiento El Realito*. Comisión Nacional del Agua, México.
- <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/contenido/Documentos/LIBROS%20BLANCOS/CONAGUA%2008%20Dise%C3%B1o,%20desarrollo%20de%20ingenier%C3%ADa%20y%20construcci%C3%B3n%20de%20la%20presa%20de%20almacenamiento%20El%20Realito.pdf>
- 📖 CONANP, (2005) *Estudio previo justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Guanajuato*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP, (2009) *Programa Operativo Anual*. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP, (2010a) *Estrategia de Cambio Climático para Áreas Protegidas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/ECCAP%202011%20FINAL.pdf
- 📖 CONANP, (2010b) *Programa Operativo Anual*. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP, (2011a) *Estrategia y lineamientos de manejo del fuego en Áreas Naturales Protegidas*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- http://www.conanp.gob.mx/css/imagenes/estrategia_de_fuego.pdf
- 📖 CONANP, (2011b) *Programa Operativo Anual*. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP, (2012a) *Borrador del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda de Guanajuato*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP, (2012b) *Logros 2007-2012, Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.

-
- 📖 CONANP, (2012c) *Programa Operativo Anual*. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Guanajuato. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
- 📖 CONANP-FMCNAC-TNC, (2011) *Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en Áreas Naturales Protegidas*.
http://www.conanp.gob.mx/contenido/pdf/guia_cc_areas_naturales_protegidas.pdf
- 📖 CONANP-GIZ, (2013) *Programa de adaptación al cambio climático Corredor ecológico de la Sierra Madre Oriental*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México.
<http://cambioclimatico.conanp.gob.mx/documentos/PACCCESMO.pdf>
- 📖 CONAPO, (2010) *Índice de marginación por localidad, Anexo principales resultados por entidad federativa*. Colección Índices Sociodemográficos. Consejo Nacional de Población. México.
- 📖 Cruz, A. (2013) *Adaptación a cambio climático en el Área Protegida Sierra Gorda Guanajuato*. Tesis de licenciatura. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- 📖 Del Villar, L. (2012) *Estudio de impacto ambiental de la exploración minera Xichú*. Compañía Minera Autlán, S.A.B. de C.V. México.
- 📖 DFEG, (2010) *Rehabilitación, Mantenimiento y operación de las instalaciones de la planta de beneficio Álamos de Martínez, Fluorita de Rio Verde S.A. de C.V.* Delegación Federal en el Estado de Guanajuato, Oficio Núm. GTO.-131.1.1/0743/010. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- 📖 DOF, (2007) *Decreto por el que se declara Área Natural Protegida con carácter de Reserva de la Biosfera*. Diario Oficial de la Federación 2 de febrero. México.
<http://www.conanp.gob.mx/sig/decretos/reservas/GordaGto.pdf>
- 📖 DOF, (2008) *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*. Diario Oficial de la Federación. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. México.

-
- 📖 Domínguez, C., Bojorquez, L., Boege, K., Fornoni, J., Gómez, P., Valiente, A. y Orozco, A. (2009) *Sinergias entre el cambio climático y especies exóticas invasoras, Informe final de estudio*. Instituto Nacional de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México, México.
http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2009_inf_sinergias.pdf
- 📖 Downing, T. y Patwardhan, A. (2005) *Evaluación de la vulnerabilidad para la adaptación al clima*. Marco de Políticas de Adaptación al cambio climático: Desarrollo de Estrategias, Políticas y Medidas. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Nueva York, Estados Unidos.
- 📖 García, J. (Guanajuato, 30 julio, 2013) *Contaminan tóxicos reserva de Biosfera*. Periódico AM.
- 📖 Gómez, J., Monterroso, A., Tinoco, J. y Toledo, M. (2009) *Cuarta Comunicación Nacional ante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Sector Forestal*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México-Centro de Ciencias de la Atmosfera, UAC-DS. México.
- 📖 Gómez, L. y Arriaga L., (2007) *Modeling the Effects of Climate Change on the Distribution of Oak and Pine Species of Mexico*. Conservation Biology, Volume 21, No. 6, 1545-1555.
http://www.alianzapinoencino.org/media/pdf/Pine_ClimateChange_Mexico.pdf
- 📖 Gómez, M. y Salazar, L. (2012) *Los muérdagos: plantas parásitas y su importancia*. La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado Vol. II. México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, pp. 139-146.
http://www.biodiversidad.gob.mx/region/EEB/pdf/guanajuato_vol2.pdf
- 📖 IEE, (2009) *Sistema de monitoreo ambiental de los recursos naturales del estado de Guanajuato, Síntesis de resultados 1970-2004*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.

-
- 📖 IEE, (2011a) *Diagnostico Climatológico y prospectiva sobre vulnerabilidad al cambio climático en el estado de Guanajuato*. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. León, Guanajuato.
http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/gto_diag_climatologico.pdf
- 📖 IEE, (2011b) *Programa Estatal de Cambio Climático de Guanajuato*. Comisión intersecretarial del estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato.
http://www2.inecc.gob.mx/sistemas/peacc/descargas/gto_peacc.pdf
- 📖 INEGI, (2008) *Conjunto de datos vectoriales Carta de Uso de Suelo y Vegetación, escala 1:250,000, serie IV*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
- 📖 INEGI, (2010) *Censo de Población y Vivienda, datos por localidad para los municipios Atarjea, San Luis de la Paz, Santa Catarina, Victoria y Xichú*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México.
http://operativos.inegi.org.mx/sistemas/iter/entidad_indicador.aspx?ev=5
- 📖 INF, (2009) *Tipos de vegetación forestal y de suelos*. Inventario Nacional Forestal, Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=7
- 📖 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 el Cambio Climático*. Panel Intergubernamental de Cambio Climático. Ginebra, Suiza.
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf
- 📖 Jiménez, C., Huante, P. y Rincón, E. (2006) *Restauración de minas superficiales en México*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/Publicaciones/MINAS.pdf>

-
- 📖 Lhumeau, A. y Cordero, D. (2012) *Adaptación basada en ecosistemas una respuesta al cambio climático*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. Quito, Ecuador.
<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2012-004.pdf>
- 📖 Manson, R., Jardel, E., Jiménez, M. y Escalante, C. (2009) *Perturbaciones y desastres naturales: impacto sobre las ecorregiones, la diversidad y el bienestar socioeconómico*. Capital Natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para la Conservación de la Biodiversidad México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II03_Perturbaciones%20y%20desastres%20naturales%20Impactos%20sobre.pdf
- 📖 Naranjo, E., Dirzo, R., López, J., Rendón-von, J., Reuter, A., y Sosa, O. (2009) *Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna*. Capital Natural de México, Vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
http://www.biodiversidad.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20II/II05_Impacto%20de%20los%20factores%20antropogenicos%20de%20afectacion.pdf
- 📖 SGT, (s/a) *Estudios técnicos de las aguas nacionales superficiales de las cuencas hidrológicas río Santa María 2, río Santa María 3, río Victoria y río extóraz de la Región Hidrológica número 26 Pánuco*. Subdirección General Técnica, Organismo de Cuenca Golfo Norte, Dirección Local Guanajuato. México.
- 📖 PAG, (2011) *Boletín de prensa*. Procuraduría Agraria de Guanajuato, México.
http://www.pa.gob.mx/paweb/sala_prensa/boletines/2011/15511.html
- 📖 Pérez, J., Villalobos, M., Rosete, F., Navarro, E., Salinas, E. y Remond, R. (2013) *Cambio de la vegetación y del uso del suelo, 1976-2008*. D. R. Instituto Nacional de Ecología-Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.

-
-  PNUD, (2008) *Los temas claves en el tema de uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) con énfasis en las perspectivas de los países en desarrollo*. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Suiza.
<http://www.medioambiente.gov.do/cms/archivos/web/cambioclimatico/doc/desc/temas.pdf>
-  RAN, (2011) *Localidades en núcleos Agrarios*. Registro Agrario Nacional. México.
<http://sig.ran.gob.mx/localidades/map.phtml>
-  Romero, F., Gutiérrez, M., Villaseñor, G. y Armienta, M. (2008) *Factores geológicos y climáticos que determinan la peligrosidad y el impacto ambiental de jales mineros*. Revista Internacional de Contaminación Ambiental.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37024201>
-  Rzedowski, J. (2006) *La vegetación de México*. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
-  Rzedowski, J., Calderón, G. y Galván R. (1996) *Nota sobre la vegetación y la flora del noreste del estado de Guanajuato*. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Fascículo complementario XIV.
-  Rzedowski, J., Calderón, G., (2009) *Lista preliminar de arboles silvestres del estado de Guanajuato*. Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes, Fascículo complementario XXIV.
-  Sáenz, L. y Cecaíra, R. (2012) *Grupo ecoturístico el Platanal, Xichú Sierra Gorda*. La Biodiversidad en Guanajuato: Estudio de Estado. Comisión Nacional para EL Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. México.
-  SAGARPA, (2009) *Servicio de información agroalimentaria y pesca*. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
-  SEMARNAT, (2010) *Anuario Estadístico de la Producción Forestal*. Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

-
- 📖 Seppälä, R., Buck, A. y Katila, P. (2009) *Adecuar los bosques al cambio climático. Una perspectiva global de los efectos del cambio climático sobre los bosques y las poblaciones y opciones de adaptación al mismo. Nota de orientación.* Comunicación para el desarrollo. Ministerio de Relaciones Exteriores. Finlandia.
<http://www.fao.org/forestry/17678-0587c8aae9bacc94ad21f6210c91593e6.pdf>
- 📖 SGM, (2011) *Panorama minero del estado de Guanajuato*, Servicio Geológico Mexicano, Secretaria de Economía. México.
<http://www.sgm.gob.mx/pdfs/GUANAJUATO.pdf>
- 📖 TNC, (2009) *Conservation Action Planning Guidelines for Developing Strategies in the Face of Climate Change.* Conservation Science. The Nature Conservancy.
- 📖 UAQ, (2009) *Diagnostico biológico y ambiental de la Reserva de la Biosfera de Sierra Gorda Guanajuato.* Universidad Autónoma de Querétaro. Documento no publicado.
- 📖 Valencia, G. (1998) *Guanajuato, sociedad, economía, política y cultura*, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, UNAM, México.
- 📖 VEN, (2008) *Estudios ambientales del camino de acceso a Atarjea, en el municipio de Atarjea, Guanajuato. Manifiesto de impacto ambiental.* Centro Universitario de Vinculación con el Entorno A.C., Universidad de Guanajuato. México.
- 📖 Villers, L., y Trejo, I., (2004) *Evaluación de la vulnerabilidad en los ecosistemas forestales.* Cambio Climático una Visión desde México, Instituto Nacional de Ecología-Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/437/villers.html>