

## ***Degradación ambiental. Un enfoque desde las políticas y las estrategias***

### DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y CAMBIOS DE USO DE SUELO

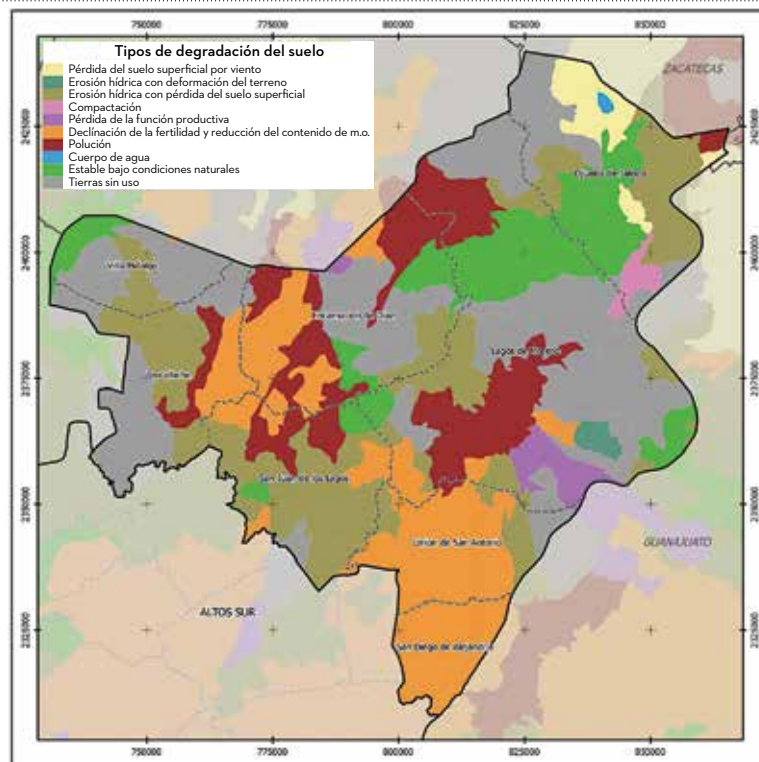
En el ámbito global, a las actividades ganaderas se les atribuye una serie de impactos ambientales vinculados con la contaminación de suelo, aire, agua, deforestación y emisión de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático (Pérez-Espejo, 2008). Estos impactos o presiones sobre el medioambiente también se vinculan con la alta demanda de agua que requiere la producción agropecuaria —que en el caso del área de estudio es mayoritariamente subterránea— y su posterior descarga en forma de agua residual, que no suele recibir tratamiento para ser saneada (Casillas-Báez & González-Pérez, 2009: 305).

Los principales impactos que se aprecian en el área de estudio tienen que ver sobre todo con el cambio de uso de suelo y la contaminación del agua, además de la emisión de gases de efecto invernadero generados por la descomposición de los excrementos al aire libre y, en consecuencia, el alto riesgo de padecer sequías debido a su condición semiárida y al cambio que sufre y sufrirá el clima.

Estos medios de vida parecen ejercer la mayor presión ambiental sobre el territorio de los Altos Norte; aproximadamente 59% del suelo presenta degradación química y erosión hídrica. Las superficies más afectadas se ubican en los municipios de Lagos de Moreno, San Juan de los Lagos, Ojuelos y Unión de San Antonio, dentro esta región alteña (IIEG, 2018a) (véase la figura 7.1).

En Lagos de Moreno se identifica un proceso de degradación del suelo por polución (contaminación), a la altura del río Lagos y alrededor de la cabecera municipal. Asimismo, la erosión hídrica con pérdida del suelo superficial se presenta en la zona limítrofe con Encarnación de Díaz, y pérdida de la capacidad productiva en una pequeña zona central. La mayor

FIGURA 71 DEGRADACIÓN DEL SUELO EN LA REGIÓN ALTOS NORTE



Fuente: IIEG (2017).

parte de la superficie de Lagos de Moreno se encuentra clasificada como tierra sin uso, debido a las zonas montañosas del municipio en los límites con Guanajuato.

Por su parte, el municipio de San Juan de los Lagos presenta una situación de degradación ambiental generalizada, predomina la erosión hídrica por pérdida de suelo superficial, seguida por la polución, disminución de la fertilidad del suelo y reducción del contenido de materia orgánica. Únicamente se mantienen pequeñas zonas catalogadas como tierra sin uso, estable bajo condiciones naturales. En ese sentido, San Juan de los Lagos parece enfrentar mayores niveles de degradación de suelo que Lagos de Moreno.

Para 2003, según el Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Altos Norte, 42.55% de la superficie correspondía a tierras agrícolas y para 2014 el porcentaje se elevó a 43.74%. En ese año la superficie de bosque era de 32.75%, mientras que para 2014 disminuyó a 29.38% (Semadet, 2020: 23). Aunque este análisis corresponda a toda la región Altos Norte, es importante tener en cuenta que la mayor actividad agropecuaria regional (y en general de Jalisco) se realiza en San Juan de los Lagos y Lagos de Moreno, por lo que el impacto ha podido ser mayor.

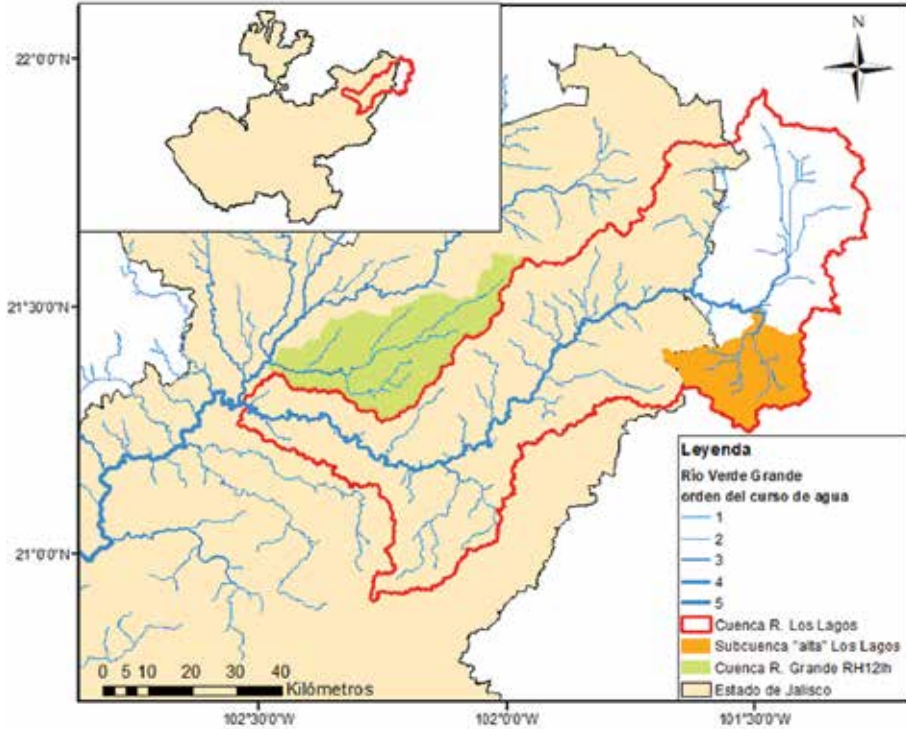
La producción agrícola y pecuaria son las actividades económicas más importantes y las que consumen el mayor volumen de agua en los Altos. Por esta razón, es conveniente conocer la expansión de riego agrícola y los cambios en el uso del suelo, por lo que el equipo de trabajo realizó una investigación propia que se explica a continuación.

Primero se identificaron las áreas de interés, donde se aplicó un análisis geoespacial y multitemporal de las diferentes coberturas de suelo mediante la utilización de sistemas de información geográfica (SIG).

El equipo de investigación de este libro eligió dos cuencas con características singulares, que a su vez representaran la región Altos Norte en su totalidad. La primera, ubicada al norte de la ciudad de San Juan de los Lagos y definida por la Comisión Nacional del Agua (Conagua) como subcuenca del río Grande, presenta coberturas de suelo modificadas en gran medida por las actividades humanas. La segunda subcuenca, ubicada al este de la ciudad de Lagos de Moreno y en una de las partes altas de la cuenca del río Lagos y la Sierra de Lobos, presenta zonas cubiertas por bosque nativo, áreas de pastoreo y zonas agrícolas.

Para el análisis de ambas subcuencas se empleó la metodología desarrollada por Rosendo del Río (2019). La primera cuenca se clasificó en tres tipos (suelo irrigado, cuerpos de agua y suelo agrícola) y la segunda en cuatro tipos (bosque, pastoreo, suelo agrícola y cuerpos de agua). Para diferenciar los distintos tipos de cobertura de suelo en las imágenes satelitales, se utilizó la metodología de detección de los colores y formas geométricas características de cada cobertura con base en los SIG. El estudio realizado generó información muy relevante derivada de los cambios de uso del suelo de la zona en los últimos años, la cual se muestra a continuación.

FIGURA 7.2 MAPA DE LAS SUBCUENCAS REPRESENTATIVAS DE INTERÉS

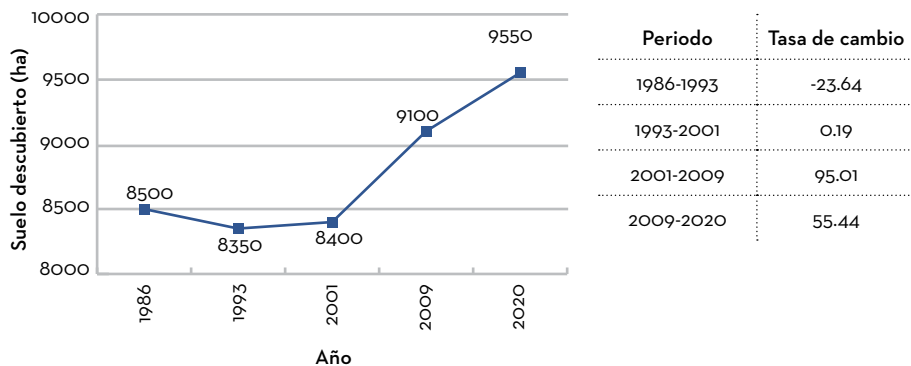


Fuente: elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes Landsat 5 y Landsat 8, diferentes periodos entre 1986 y 2020.

La figura 7.3 demuestra que la superficie de suelo descubierto en la cuenca alta del río Lagos (ubicada en una región montañosa y con bosques) se incrementó a un ritmo muy acelerado en las últimas dos décadas, registrando hasta 95 hectáreas (ha) añadidas a la categoría de superficie degradada en un periodo de ocho años, para alcanzar un total de 9,550 ha en 2020.

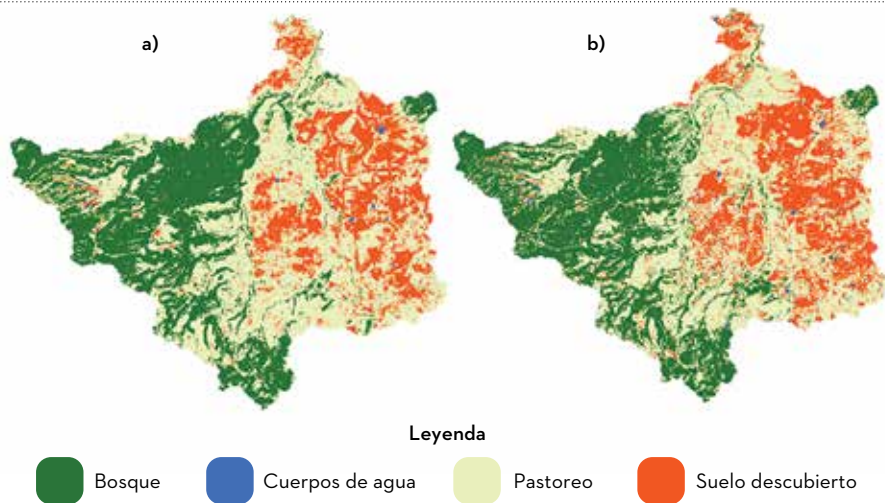
A partir de los datos de cambio de uso de suelo se generó la figura 7.4, donde se compara la situación de la subcuenca alta en 1986 (izquierda) y 2020 (derecha). La ilustración expone el incremento de suelos descubiertos y degradados en la cuenca, y también se ve que ha habido una pérdida en el suelo forestal a partir de las actividades humanas. Los cuerpos de agua en esta subcuenca se mantuvieron similares.

**FIGURA 7.3 SUPERFICIE DE SUELO DEGRADADO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO LAGOS, 1986-2020**



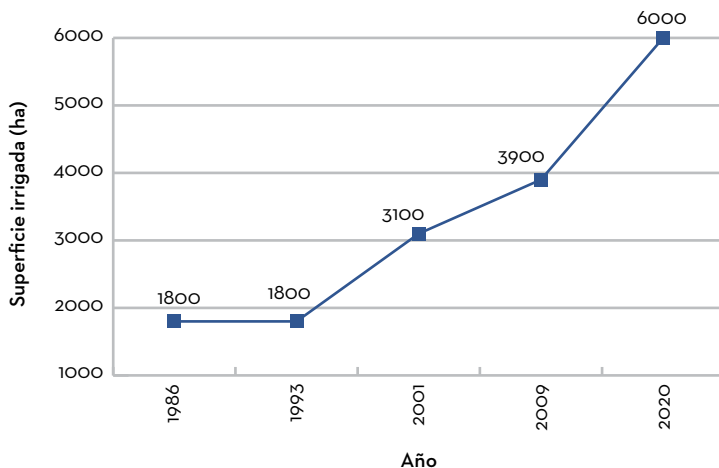
Fuente: elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes Landsat 5 y Landsat 8, diferentes periodos entre 1986 y 2020.

**FIGURA 7.4 ILUSTRACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN SUPERVISADA PARA LA CUENCA ALTA DEL RÍO LAGOS**



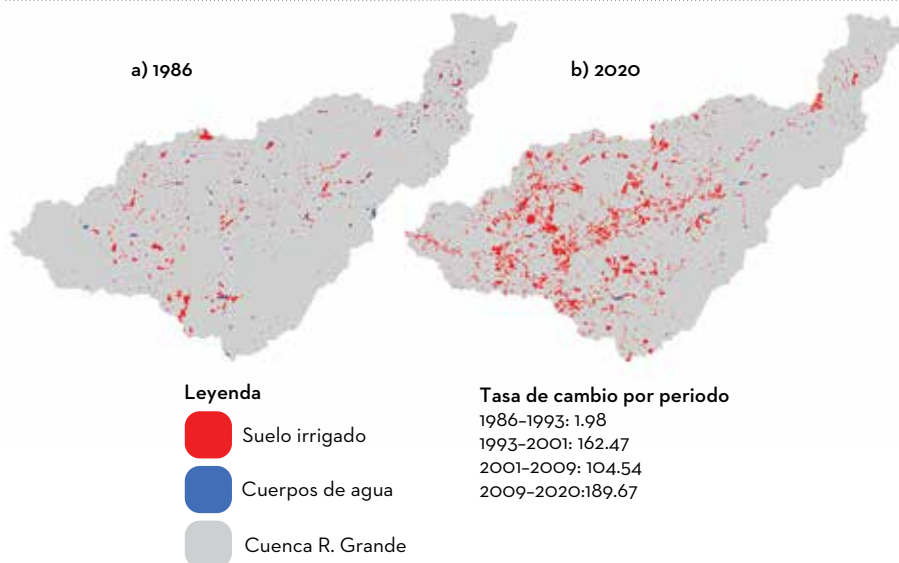
Fuente: elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes Landsat 5 y Landsat 8, diferentes periodos entre 1986 y 2020.

**FIGURA 7.5 SUPERFICIE DE RIEGO AGRÍCOLA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE (NORTE DE SAN JUAN DE LOS LAGOS) 1986-2020**



Fuente: Del Río (2019), con base en el procesamiento de imágenes Landsat 5 y Landsat 8, diferentes periodos entre 1986 y 2020.

**FIGURA 7.6 SUPERFICIE DE RIEGO AGRÍCOLA EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GRANDE (NORTE DE SAN JUAN DE LOS LAGOS)**



Fuente: elaboración propia con base en el procesamiento de imágenes Landsat 5 y Landsat 8, diferentes periodos entre 1986 y 2020.

Por otro lado, en la subcuenca del río Grande la superficie de riego ha registrado un aumento importante en los últimos años. Para estimar el ritmo y expansión de la agricultura de riego se realizó una comparación entre áreas, donde se encontró que la superficie de riego pasó de 1,710 ha en 1986 a 5,947 ha en 2020. El riego se extendió prácticamente en toda el área analizada (véase la figura 7.5).

A partir de los datos obtenidos se generaron las siguientes ilustraciones (véase la figura 7.6), donde se compara la subcuenca del río Grande en 1986 (izquierda) y 2020 (derecha). Se expone la transformación y el gran incremento de suelos irrigados en la cuenca y también la pérdida de cuerpos de agua superficiales sufrida por el territorio en este periodo.

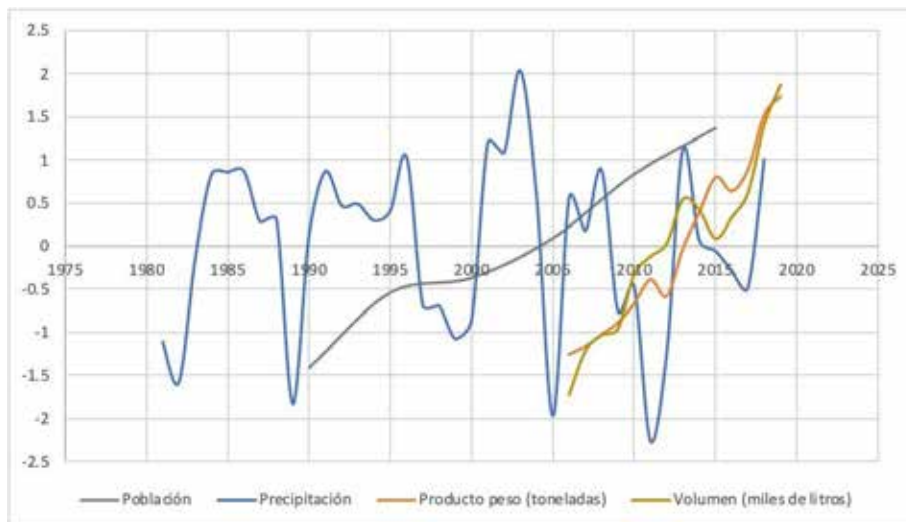
El análisis de los cambios en la superficie de riego y la degradación de suelos no fue posible realizarlo en toda el área de estudio; sin embargo, los datos aquí mostrados ayudan a ilustrar que están sucediendo importantes cambios que deben ser tomados en cuenta en la toma de decisiones públicas, sobre todo si se tiene en cuenta su situación de alta vulnerabilidad y riesgo de desertificación.

## RELACIÓN ENTRE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, PRECIPITACIÓN PLUVIAL Y CRECIMIENTO DEMOGRÁFICO

La vida de las poblaciones y el desarrollo de la producción alteña se consideran en situación de vulnerabilidad porque la disponibilidad de agua ya presenta déficit, además de que la capacidad de resiliencia ambiental e institucional parece limitada. Al respecto, gracias a un decreto de distribución de aguas superficiales en la cuenca del río Verde (Segob, 1997), las ciudades de León y Guadalajara pretenden extraer el agua superficial de la región a través de un sistema articulado de presas y acueductos, entre los que destaca el proyecto hidráulico El Zapotillo, que ya ha sido mencionado y trabajado más extensamente en el capítulo IV.

En cuanto a la demanda o necesidades de agua en los Altos de Jalisco, así como la creciente presión sobre los recursos hídricos, en la figura 7.7 se puede observar que ha habido un importante aumento tanto de la población como de la producción ganadera, mientras que la lluvia ha presentado importantes variaciones.

**FIGURA 7.7 EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN, PRODUCCIÓN GANADERA Y LLUVIA EN SAN JUAN DE LOS LAGOS Y LAGOS DE MORENO**



Fuente: elaboración propia con base en Djellouli-Tabet (2010). Datos tomados de la Conabio (2020), unops (2017), Sader & siap (2019) e Inegi (2020).

En los datos de precipitación, con registro de las últimas cuatro décadas, se distinguen las siguientes variaciones: los valores debajo de cero corresponden a los años secos, y estos a su vez coinciden con los periodos identificados en el estudio realizado por la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) en la cuenca del río Verde como “extremadamente secos aquellos ocurridos en los años 1979, 1982, 1998, 2005 y 2011” (UNOPS, 2017: 41). En el contexto de cambio climático, a partir del año 2000 la variación en las precipitaciones se acentúa, en especial en 2004 y 2018 que registraron mayores precipitaciones. Es de esperarse que los fenómenos asociados al cambio climático afecten cada vez más a las regiones áridas y semiáridas, específicamente con alteraciones en los patrones históricos de precipitación.

Los datos graficados en la figura 7.7 se estandarizaron para lograr una comparación entre las variables de interés. Esta técnica suele utilizarse para homologar la escala numérica de datos o cantidades (eje Y de la gráfica) y permite integrar y analizar distintas variables desde una sola perspectiva (Frost, 2020). Esta estandarización de datos en una misma



escala guarda las proporciones de las curvas y destaca los picos de algunas variables, lo cual ayuda a identificar posibles relaciones entre las variables graficadas.

Los datos de producción ganadera (toneladas/litros de leche) que se obtuvieron corresponden a los dos municipios de interés en el periodo 2005–2019. Los datos presentados en la figura 7.7 consideran la sumatoria de la producción pecuaria más importante: en volumen de litros está la leche de bovino, ovino y caprino; mientras que la variable peso incluye la suma de toneladas de huevo de plato, ganado en pie de porcino, bovino, ovino, caprino y productos de ave. Las curvas de producción pecuaria (peso y volumen) presentan un crecimiento pronunciado y constante; en el periodo analizado solo se identifican dos ligeras caídas en la producción (2011 y 2016), que coinciden con la disminución de lluvia; al parecer, habría una relación entre la producción pecuaria y la cantidad de lluvia.

Evidentemente, las actividades pecuarias muestran un constante crecimiento con el paso de los años; también es importante tener en cuenta que la población manifiesta un aumento constante, con una ligera meseta entre los años 1995 y 2000, pero sin dejar de lado una clara tendencia de crecimiento. Se puede advertir que este crecimiento demográfico y productivo está ejerciendo cada vez mayor presión sobre el medioambiente, la demanda de agua y cambios en el uso de suelo, entre otros. En este sentido, la variación e incertidumbre en la ocurrencia de lluvia y los posibles efectos negativos del cambio climático acentúan la vulnerabilidad de esta población y sus medios de vida.

Los datos analizados y utilizados para construir la figura 7.7 se obtuvieron de fuentes oficiales, y el periodo de tiempo para cada variable dependió de la disponibilidad histórica de la información. Los datos de precipitación se obtuvieron a través de la plataforma de Geoinformación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio, 2020). La información sobre producción agropecuaria se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (Sader & SIAP, 2019), que pone a disposición bases de datos anuales sobre la producción en volumen o peso por especie y por tipo de producto. Finalmente, los datos de población se obtuvieron del Censo de Población y Vivienda de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2020).

## POLÍTICAS, PLANES Y ESTRATEGIAS ANTE LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL

El Programa de Desarrollo Municipal de San Juan de los Lagos 2015–2018 identifica como problemática del municipio la degradación ambiental (Gobierno Local de San Juan de los Lagos, 2018: 48), mientras que en Lagos de Moreno el Plan de Desarrollo Municipal 2015–2018 establece la protección del medioambiente como un eje estratégico para fortalecer el desarrollo sustentable del municipio (Gobierno Local de Lagos de Moreno, 2015).

El Programa de Ordenamiento Ecológico de la Región Altos Norte (POERAN), publicado por la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial (Semadet, 2020) presenta una agenda ambiental para atender problemas y conflictos relacionados con el territorio alteño. Esta agenda fue elaborada a partir de la percepción de los pobladores y tuvo como objetivo “identificar y priorizar los principales problemas ambientales y las interacciones entre sectores que se presentan en la Región Altos Norte” (Semadet, 2020: 18). El resultado fue una sistematización de 83 problemas ambientales percibidos por actores del sector agrícola y agroindustrial, ganadero, industrial, servicios y minería, la población en general y, finalmente, actores preocupados por la conservación del ambiente. El resumen de los problemas ambientales, así como la prioridad de atención, el recurso con el que se vincula y la categoría, se presentan en la tabla 7.1.

Como contraparte, durante la investigación se realizaron grupos focales con los ayuntamientos de ambos municipios, y a partir de la información recabada se identificaron los problemas ambientales a los que se enfrentaban en sus territorios. El conjunto de problemas que se identificaron se agrupó en las siguientes categorías: 1) sequía, cambio climático, semiárido y escasez; 2) participación ciudadana/cultura; 3) ordenamiento territorial y ecológico; 4) calidad del agua/agua residual/plantas de tratamiento de aguas; 5) instituciones públicas/administración pública y 6) ganadería. En el caso de San Juan de los Lagos se identificó otra categoría que tiene que ver con el turismo.

El agua es el bien natural que manifiesta problemas ambientales con mayor prioridad y que se encuentra de manera transversal en los demás

**TABLA 7.1 PRIORIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL EN EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA REGIÓN ALTOS NORTE**

Núm.	Recurso natural	Categoría	Problema ambiental de la región Altos Norte
1	Agua	Alteraciones en los patrones de lluvia	Cambios en los temporales por el cambio climático
			Inundaciones en zonas de alto riesgo
2	Flora	Deforestación	Tala de bosques (espinoso, pino-encino, roble, cedro)
			Crecimiento urbano que conlleva deforestación
			Cambios de uso de suelo de forestal a otras actividades
			Nuevos cultivos, como el agave, conllevan deforestación
		Cambio de uso de suelo para proyectos industriales	
		Cambio de uso de suelo de agostadero a agrícola	
		Proliferación de plagas y enfermedades	Desequilibrio ecológico promueve proliferación de plagas y enfermedades
3	Fauna	Disminución o pérdida de especies	Cacería furtiva
			Envenenamiento de animales silvestres por la contaminación de arroyos, bordos y presas
4	Agua	Contaminación del agua	Desechos de granjas porcícolas y avícolas que contaminan el agua
			Descargas de industrias (maquiladoras, textil, procesadoras) a cuerpos de agua
			Descarga directa de aguas negras a ríos, presas y arroyos desde centros poblados
			Tóxicos y desechos de actividades mineras que contaminan el agua
			Lixiviados de tiraderos municipales que contaminan el agua
			Desechos sólidos en caminos y campos terminan en cuerpos de agua

**TABLA 7.1 (CONTINUACIÓN)**

Núm.	Recurso natural	Categoría	Problema ambiental de la región Altos Norte
5	Suelo	Contaminación del suelo	Uso inadecuado de agroquímicos que contaminan el suelo
			Lixiviados y desechos sólidos de tiraderos de basura que contaminan el suelo
		Erosión	Prácticas agrícolas inadecuadas que generan erosión
			Pérdida de cobertura vegetal
		Pérdida de fertilidad	Sobrepastoreo
			Disminución de nutrientes en el suelo por prácticas agrícolas inadecuadas
	Pérdida de la capa cultivable		

Fuente: Semadet (2020: 19).

conflictos. Según la percepción de los pobladores y actores entrevistados, cada vez son más evidentes los cambios en temporales de lluvia, lo que modifica a su vez los ritmos productivos de la región con vocación ganadera. De esta manera, el ciclo sociohidrológico de los Altos de Jalisco presenta cambios que amenazan la sustentabilidad ambiental y los medios de vida que están basados en las actividades productivas rurales.

Otro aspecto importante que destacar en la perspectiva de los actores locales es que estos problemas ambientales no solo se perciben desde la dimensión física, sino que también involucran las dimensiones sociales, políticas, económicas y culturales del territorio. En ambos casos se identifica la ausencia de un ordenamiento ecológico que permita un desarrollo *ad hoc* a las particularidades territoriales, además de que mencionan que no existe una conciencia sobre las condiciones semiáridas o semidesérticas de la región y las implicaciones que esto tiene en el desarrollo y en la propia conservación del medioambiente.

**TABLA 7.2 PROBLEMAS AMBIENTALES EN LAGOS DE MORENO Y SAN JUAN DE LOS LAGOS IDENTIFICADOS EN LOS GRUPOS FOCALES CON LOS INTEGRANTES DEL AYUNTAMIENTO**

Categoría	Lagos de Moreno	San Juan de los Lagos
Sequía, cambio climático, semiárido y escasez	Periodos de sequía y abatimiento de pozos (cada vez deben de bajar las bombas a mayor profundidad)	Incendios forestales provocados
	Cambios en el temporal de lluvias que afecta a productores	Cambio en los patrones climáticos
	Leyes de cambio climático no permean en el municipio	
	Escasez de agua en el municipio	
	Productores tienen pozos privados y no padecen impactos de las sequías directamente, pero consumen agua subterránea sin medida	
	Frente a las sequías existe una disminución en la producción económica. Venta de ganado flaco	
	Ladrilleras sin regulación en emisiones a la atmósfera	
Participación ciudadana/cultura	No existe una cultura del agua. Cuentan con una cultura ambiental que promueve el desperdicio y poco cuidado al medioambiente	Desconocimiento por parte de la población de la condición semiárida del territorio
	Poca participación ciudadana	Población exige agua sin conciencia de lo que implica
		Participación ciudadana precaria. Una cultura del agua que promueve el desperdicio/poca conciencia del cuidado
Ordenamiento territorial y ecológico	Crecimiento desordenado de la cabecera municipal y población, mayor demanda de agua	Crecimiento poblacional desmedido
	No existe un ordenamiento ecológico ni territorial municipal	No cuentan con ordenamiento ecológico ni territorial
	Urbanización en zonas de riesgo de inundación	
	El código urbano no considera al medioambiente y su complejidad	
	Fracccionan y luego piden agua	

**TABLA 7.2 (CONTINUACIÓN)**

Categoría	Lagos de Moreno	San Juan de los Lagos
Calidad del agua/ agua residual/plantas de tratamiento de aguas	Agua residual sin tratamiento en todo el municipio	Río contaminado
	Plantas de tratamiento fuera de operación (muy costoso ponerlas en operación)	
	Demanda química de oxígeno en descargas mayores a 200 mg/l (fuertemente contaminada)	Presas azolvadas
	Eutrofización en la laguna	Sarro en agua provoca desperdicio porque trava las válvulas Descargas de aguas negras en el río
Instituciones públicas/ administración pública	Sin presupuesto para monitoreo de la calidad del agua (el presupuesto se destina a aumentar la cantidad)	Mercado negro del agua
	Poca capacidad institucional dirigida al cuidado de la calidad del agua (no se asigna presupuesto a este rubro)	Leyes y normativas que no permean hacia el municipio
	Grandes vacíos entre políticas públicas con límites de cuencas y no administrativos	Existe un único pago por el agua, independientemente de lo que se consuma
	Cuota única, independientemente de lo que se consuma	
Tomas de agua clandestinas que no pagan cuota		
Ganadería	Vocación ganadera. Cultura ganadera difícil de cambiar	Aumento desmedido en la producción ganadera
		Disminución de cosechas Dificultad entre medios de vida y desarrollo sustentable
Turismo		Crecimiento turístico (población flotante de cinco a siete millones de turistas)
		Grandes demandas de agua por parte del sector turístico

Fuente: elaboración propia con base en los grupos focales realizados con los ayuntamientos de San Juan de los Lagos y Lagos de Moreno.

## PUNTOS RELEVANTES SOBRE LA DEGRADACIÓN EN LOS MUNICIPIOS DE SAN JUAN DE LOS LAGOS Y LAGOS DE MORENO

Para atender los retos contemporáneos y avanzar hacia una gestión más sustentable del agua en los Altos Norte de Jalisco, es necesario resolver la fragmentación y vacíos de información que persisten sobre la dinámica y gestión del ciclo sociohidrológico, particularmente en los siguientes aspectos: 1) origen y estado actual del agua a partir de una perspectiva de flujos de agua a escala local-regional; 2) disponibilidad, calidad y procesos de contaminación y descontaminación de agua considerando escenarios a futuro donde la producción pecuaria, el cambio climático y usos de suelo, así como el crecimiento poblacional, ejercen las mayores presiones; 3) desempeño y eficiencia de la infraestructura hidráulica articulada a escala regional; y 4) desempeño e innovaciones institucionales para la gestión del agua y toma de decisiones desde lo local.

La gestión del agua en los Altos de Jalisco es intervenida por las ciudades de Guadalajara y León mediante proyectos hidráulicos (presas, acueductos, trasvases como El Zapotillo), acuerdos de distribución y políticas de cuenca. Los conflictos por el agua se multiplican en la región y se relacionan con el acceso, contaminación y sobreextracción de agua, las dinámicas de los medios de vida y la defensa del territorio y el cumplimiento de diferentes derechos humanos.

En los Altos Norte de Jalisco, un territorio semiárido que tiende a la sequía y a la escasez, aumenta la producción agropecuaria y la población. En contraste, las variables climática y socioterritorial no se toman en cuenta con la importancia suficiente para gestionar el agua con una perspectiva ecosistémica y estratégica. A pesar de la condición semiárida del área de estudio, de acuerdo con entrevistas realizadas a funcionarios de los ayuntamientos y a productores ganaderos, no existe mucha conciencia de la relación de este clima con el déficit de agua. La gente demanda sin pensar en la disponibilidad, lo cual apunta a una carencia de cultura del cuidado del agua en su territorio semidesértico.

Falta profundizar en el entendimiento del agua subterránea, sus flujos y capacidad de aprovechamiento, y en la relación del agua subterránea y el agua superficial, tanto por la dinámica propia del ciclo del agua como por la intervención humana en la extracción del agua subterránea que la convierte

en superficial. Además, se desconoce la calidad del agua subterránea y los posibles impactos negativos que puedan tener según el uso que se le dé.

Las sequías y la contaminación son una combinación de desastres que juntos multiplican sus efectos negativos. Aunque todo el río Lagos se encuentra contaminado por coliformes fecales, es evidente que la concentración aumenta después de las cabeceras municipales, en especial en Lagos de Moreno. Esto pone en evidencia que la principal fuente de contaminación es el uso público-urbano, aunque no se debe desdibujar que todo el río Lagos se encuentra fuertemente contaminado. Es necesario conocer los tipos de contaminantes y los riesgos que representan tanto para el medioambiente como para la salud pública.

Con respecto al tratamiento de aguas municipales, se enfrenta el problema de que la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARS) convencionales (de lodos activados) es demasiado costoso y no es un gasto viable que puedan encarar los municipios. Una de las posibilidades para atender estos retos consiste en fortalecer la vinculación efectiva entre instituciones, organizaciones sociales y redes de investigación, para la generación de alternativas y el desarrollo de modelos para la política pública del agua residual.

La planificación hídrica a escala estatal, e incluso nacional, está desfasada de las realidades y necesidades locales; por ejemplo, los acuerdos y decretos del proyecto El Zapotillo, que hace exclusiva el agua de la cuenca del río Verde para usos doméstico y público urbano y excluye al sector agropecuario, que es el mayor demandante de agua de la región. Además, los agentes locales carecen de poder para tomar acción frente a los problemas ambientales, y la fragilidad institucional complejiza su margen de maniobra.

En lo que se refiere al ordenamiento ecológico, a pesar de la existencia de un instrumento para la región Altos Norte, en los municipios no se cuenta con herramientas para ejecutarlos: hay un crecimiento urbano desordenado que obedece a los intereses inmobiliarios privados, y los ayuntamientos se ven obligados a brindarles el servicio de agua potable y saneamiento, sin tomar en cuenta la disponibilidad de agua y las posibilidades del mismo municipio.

Finalmente, la región donde se encuentran los municipios de estudio es la más vulnerable a padecer los impactos del cambio climático por la



condición semiárida y porque los medios de vida son grandes demandantes de agua y están sujetos a las condiciones climáticas. El fenómeno más voraz al que se encuentran expuestos son las sequías.

Respecto a las estrategias que los actores locales han impulsado para atender a los retos que presenta la gestión del agua y la degradación ambiental, destacan la elaboración de planes municipales, regionales y de cuenca que son cada vez más integrales (agua-sociedad-medioambiente) y que incorporan diferentes elementos del ciclo hidrosocial. Además, organizaciones de los Altos participaron, junto con otros actores, en la creación de instituciones que aseguren una participación más efectiva, como por ejemplo, la creación de la Comisión de Cuenca Altos de Jalisco, del Consejo Técnico de Aguas Subterráneas del Acuífero Encarnación y del Observatorio Ciudadano para la Gestión Integral del Agua, además de la colaboración en otros espacios de deliberación y toma de decisiones (Ochoa-García y Rist, 2018). La participación social comprometida, en colaboración con este tipo de innovaciones institucionales, abordan al mismo tiempo cuestiones de derechos políticos, distribución equitativa del agua, toma de decisiones colectivas, mejora de los medios de vida y restauración de hidroecosistemas. Esto permite a la población y actores locales monitorear continuamente los avances y resultados hacia la sustentabilidad del agua.