



Universidad
Rafael Landívar

VRIP
VICERRECTORÍA DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

TIERRAS

Serie

Perfil Ambiental de Guatemala

2022



Guatemala, agosto de 2022

iarna

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA



Universidad
Rafael Landívar

EDITORIAL
**CARA
PARENS**
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

TIERRAS

Serie Perfil ambiental de Guatemala

Mgtr. Mynor Efraín García Munguía
Dr. Juventino Gálvez

Guatemala, agosto de 2022

VRIP

VICERRECTORÍA DE
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR

iarna

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN
CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA
Departamento de Ciencias Ambientales

346.0432

T564 Tierras. / Mynor Efraín García Munguía y Juventino Gálvez. -- Guatemala : Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens, 2022.

ISBN de la versión digital, PDF: 978-9929-54-446-8

xii, 58 páginas ; ilustraciones en color (Serie Perfil Ambiental de Guatemala, 2022)

1. Responsabilidad de la condición y uso de la tierra – Guatemala
2. Tenencia de la tierra – Aspectos económicos – Guatemala
3. Medio ambiente – Guatemala
 - i. García Munguía, Mynor Efraín, autor
 - ii. Gálvez Ruano, Juventino, autor
 - iii. Universidad Rafael Landívar, Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP), Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (Iarna), Departamento de Ciencias Ambientales, editor
 - vi. t.

SCDD 22

Tierras

Serie Perfil ambiental de Guatemala

Edición 2022



Universidad Rafael Landívar, Vicerrectoría de Investigación y Proyección (VRIP),
Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (Iarna), Departamento de Ciencias Ambientales

Está autorizada la reproducción total, parcial y de cualquier otra forma de esta publicación, para fines educativos o sin fines de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, bajo la condición de que se indique la fuente de la que proviene. El Iarna agradecerá que se le remita un ejemplar de cualquier texto cuya fuente haya sido la presente publicación.

D. R. ©

Universidad Rafael Landívar, Editorial Cara Parens

Vista Hermosa III, Campus Central, San Francisco de Borja, S. J., zona 16, Edificio G, oficina 103

Apartado postal 39-C, ciudad de Guatemala, Guatemala 01016

PBX: (502) 2426 2626, extensiones 3158 y 3124

Correo electrónico: caraparens@url.edu.gt

Sitio electrónico: www.url.edu.gt

Revisión y edición por la Editorial Cara Parens.

Las opiniones expresadas en esta publicación (textos, figuras y tablas) son de exclusiva responsabilidad de los(as) autores(as) y no necesariamente compartidas por la Universidad Rafael Landívar.

Universidad Rafael Landívar

Autoridades institucionales

RECTOR

P. Miquel Cortés Bofill, S. J.

VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. Martha Pérez de Chen

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN

Dr. José Juventino Gálvez Ruano

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA

P. José Antonio Rubio, S. J.

VICERRECTORA ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA

Mgtr. Silvana Guisela Zimeri Velásquez de Celada

SECRETARIO GENERAL

Dr. Larry Andrade-Abularach

Créditos del documento

Autores

Mgtr. Mynor Efraín García Munguía
Dr. Juventino Gálvez

Edición técnica

Dr. Juventino Gálvez
Dr. Pedro Pineda

Revisores

Mgtr. Edgar Martínez
Mgtr. Ogden Rodas
Mgtr. Ebal Sales
Dr. César Sandoval

Colaboraciones

Mgtr. Luis Peñate
Ing. Daniela Herrera

Elaboración de mapas

Mgtr. Gerónimo Pérez

Edición y diseño

Mgtr. Cecilia Cleaves

Diagramación

Lcdo. Wiliam González

Fotografías

Shutterstock

Acerca del *Perfil ambiental de Guatemala*

El *Perfil ambiental de Guatemala* es una obra documental que permite difundir sistemáticamente resultados de investigación sobre la situación del ambiente natural en Guatemala y sus tendencias, considerando los contextos históricos y político-económicos prevalecientes. Es uno de los principales instrumentos del Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (Iarna) para provocar la reflexión y la acción integral en favor de la vida en todas sus formas y el bien común. También, contribuye a nutrir los procesos de formación, acción pública y, en general, de proyección que impulsa la Universidad Rafael Landívar, frecuentemente en redes de colaboración con múltiples actores, como estrategia misional.

En 2010, el *Perfil ambiental de Guatemala* fue catalogado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Pnuma) como una de las mejores prácticas latinoamericanas para realizar evaluaciones ambientales integrales. Este reconocimiento tiene sustento en los siguientes elementos destacables:

- la relación virtuosa entre marcos analíticos pertinentes, métodos rigurosos y hallazgos confiables y reveladores;
- el abordaje sistémico e interdisciplinar de la compleja realidad, aportando síntesis iluminadoras de soluciones;
- la vinculación entre los hallazgos académicos y las opciones de abordaje de desafíos ambientales y sociales, por intermedio de la política pública; y
- el potencial formador de los hallazgos, ligado a la calidad de las figuras (mapas, gráficas, cuadros, fotografías, entre otras).

Esta entrega es parte de la nueva modalidad modular en la presentación del *Perfil ambiental de Guatemala*. Este, junto a los módulos complementarios, serán compilados y puestos a disposición en los espacios virtuales bajo el dominio de la Universidad que serán anunciados en cada caso. Con este conjunto de módulos, se alcanzan dieciocho años de trabajo continuo de la serie *Perfil ambiental de Guatemala* bajo la tutela del Iarna y treinta y cinco años desde que se hizo la primera entrega bajo esta denominación en 1987.

Contenidos

Acerca del Perfil ambiental de Guatemala	VIII
Abreviaturas, acrónimos y siglas	XIII
1. Antecedentes inmediatos	1
2. Hallazgos relevantes de la presente entrega	2
3. Anotaciones conceptuales básicas	3
4. El estado de las tierras (énfasis en suelos) y las dinámicas que lo explican: Enfoque FI-PEIR	4
4.1 Estado	4
4.1.1 Características fisiográficas y pendientes	4
4.1.2 Suelos	4
4.1.3 Cobertura vegetal, uso y cambio de uso de la tierra	4
4.1.4 Capacidad e intensidad del uso de la tierra	10
4.1.5 Régimen de áreas protegidas y manejo de bosques fuera de áreas protegidas	12
4.2 Presión hacia las tierras	13
4.2.1 Deforestación de las tierras	13
4.2.2 Prácticas asociadas al cambio de uso de la tierra	13
4.2.3 La ganadería extensiva	15
4.2.4 La minería	16
4.2.5 Superficie y crecimiento urbano	17
4.2.6 Acumulación de sustancias tóxicas	18
4.2.7 Las dinámicas de generación y manejo de residuos	21
4.3 Fuerzas impulsoras de las presiones	22
4.3.1 Crecimiento de la demanda por productos agropecuarios, bosques y minería	22
4.3.2 La estructura de la tenencia de la tierra y los nuevos procesos de concentración	22
4.3.3 Desigualdad y pobreza	24
4.4 Respuestas	24
4.4.1 Legislación, políticas y programas sobre gestión de la tierra	25
4.5 Impactos	30
4.5.1 Subsistema económico	30
4.5.2 Subsistema sociocultural	33
4.5.3 Subsistema institucional	37
4.5.4 Subsistema natural	38
4.5.5 Síntesis de la situación actual y tendencias	41
5. Tensiones estructurales y cursos de acción	45
6. Recomendaciones finales	48
7. Referencias	49

Lista de tablas

Tabla 1.	Categorías de uso de la tierra, 2020	5
Tabla 2.	Comparación de categorías de uso de la tierra en 2003, 2010 y 2020 (ha)	8
Tabla 3.	Superficie (ha) de las categorías de capacidad de uso de la tierra	10
Tabla 4.	Superficie (ha) y proporción (%) de las categorías de intensidad de uso de la tierra en Guatemala	11
Tabla 5.	Importancia relativa (%) de cada uso de la tierra entre las tres categorías de intensidad y peso de sobreuso dentro de su categoría	12
Tabla 6.	Importación anual de plaguicidas y fertilizantes para los años 2008, 2014 y 2015 en Guatemala	19
Tabla 7.	Número de fincas por tamaño y superficie total (mz.) y clasificación de productores agrícolas	23
Tabla 8.	Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 2007-2018 con Pinpep	26
Tabla 9.	Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 1998-2016 del programa Pinfor, Ley Forestal 101-96	27
Tabla 10.	Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 2017-2019 de la Ley Probosque	28
Tabla 11.	Superficie cosechada (miles de hectáreas), producción (tonelada métrica) y rendimiento (tonelada métrica por hectárea) de los cultivos de maíz y frijol en Guatemala. Períodos 2006-2007 y 2014-2015	34
Tabla 12.	Rendimiento (t/ha) registrado para países de la región mesoamericana y América del Sur para cultivo de frijol y maíz (período 2010-2018)	35
Tabla 13.	Tensiones estructurales para el estado de la tierra y cursos de acción	45

Lista de recuadros

Recuadro 1.	Sectores agrícolas en Guatemala	6
Recuadro 2.	Efectos socioambientales del uso de insumos agrícolas	20

Lista de figuras

Figura 1.	Participación de los distintos productos agrícolas en las importaciones (% del total físico). Período 2004-2012	36
Figura 2.	Dinámica de la oferta y utilización (%) de maíz y frijol en Guatemala (2001, 2006 y 2012)	36
Figura 3.	Marco de análisis FI-PEIR sobre la dinámica del estado de la tierra en Guatemala	44

Abreviaturas, acrónimos y siglas

Banguat	Banco de Guatemala
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BPA	buenas prácticas agrícolas
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIC	capacidad de intercambio catiónico
Coguanor	Comisión Guatemalteca de Normas
Conap	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
Digegr	Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
Fausac	Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala
Gimbot/Gimbut	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
GCI	Grupo de Coordinación Interinstitucional
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
Iarna	Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología
Icefi	Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales
IIA	Instituto de Incidencia Ambiental
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INE	Instituto Nacional de Estadística
ITPS	Intergovernmental Technical Panel on Soils
IRET	Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

mz.	manzana
OSSO	Corporación Observatorio Sismológico de Suroccidente
PAN	Pesticide Action Network
PIB	producto interno bruto
Pinfor	Programa de Incentivos Forestales
Pinpep	Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
POT	plan de ordenamiento territorial
Probosque	Programa de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala
RBM	Reserva de la Biosfera Maya
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
SCAE	Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica
Segeplán	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
Sigap	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
TDS	sólidos totales disueltos (por sus siglas en inglés)
UIE	Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección/Unidad de Datos e Información Estratégica
UNEP	United Nations Environment Programme
URL	Universidad Rafael Landívar
VRIP	Vicerrectoría de Investigación y Proyección

1. Antecedentes inmediatos

En entregas anteriores del *Perfil ambiental de Guatemala*¹, se identificaron los retos que enfrenta la sociedad guatemalteca respecto a la preservación de la calidad del ambiente natural. Algunos de estos se relacionan con el crecimiento sostenido de la demanda por alimento y otros bienes y servicios dependientes del suelo, así como la expansión de los asentamientos poblacionales y los patrones de producción y consumo insostenible. Estos fenómenos aún se consideran como las fuerzas impulsoras de diversas presiones sobre el estado de las tierras en su connotación tridimensional: fisiografía, pendientes y suelos.

El cambio y los patrones de uso de la tierra, así como los conflictos resultantes y la introducción inadecuada de insumos contaminantes, fueron resaltados como amenazas para la estabilidad de este bien natural. Asimismo, ya han sido señaladas las nuevas presiones que impone el cambio climático sobre un bien en continuo estado de degradación y con baja prioridad en los esquemas vigentes de gestión, tanto desde la perspectiva ambiental, como la socioeconómica y la político-institucional, principalmente a nivel de políticas públicas.

Además de resaltar una amplia gama de posibilidades productivas ligadas a diferentes combinaciones edafoclimáticas en un largo gradiente de altitud, también se ha señalado la

carencia de visiones territoriales inspiradas en la priorización de usos que satisfagan intereses nacionales estratégicos, que sean viables en términos económicos, incluyentes socialmente y amigables en términos ambientales. Esto, según se ha señalado, ha traído consigo la instalación y mantenimiento de diversos conflictos en las tres dimensiones, convergiendo estas en la ampliación de la pobreza, la persistencia del hambre, la degradación por sobreexplotación, el incremento del riesgo a desastres y la consecuente conflictividad social.

A lo largo de las últimas entregas del *Perfil ambiental*, al analizar las respuestas imperantes –sobre todo, las que atañen a la política pública–, se ha señalado que a estas las rebasan las dinámicas (fuerzas impulsoras y presiones) que provocan tanto el deterioro biofísico, como los conflictos sociales derivados de las necesidades de acceso; cuestión que resulta crucial en un país con más de un millón de productores agrícolas, de los cuales dependen al menos cinco millones de personas. Así también, se reitera la necesidad de procurar el acceso a la tierra por diferentes vías (entre estas, las de mercado) para pequeños y medianos productores agrícolas, la regularización de la propiedad, así como el despliegue masivo de un programa de restauración y conservación de suelos con enfoque territorial. Estas propuestas, lanzadas anteriormente, parecen seguir vigentes hasta hoy.

¹ A cargo del Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente (IARNA) (2009, 2012); IARNA e Instituto de Incidencia Ambiental (IIA) (2004, 2006).

2. Hallazgos relevantes de la presente entrega

La degradación de las tierras en el país continúa vinculada a las realidades de disponibilidad, acceso e intensidad de uso, que sobrepasan los límites socioecológicos de los territorios. En el 2020, el 41 % del territorio nacional se encontraba en una categoría de sobreuso del suelo. La superficie ocupada por usos agropecuarios (45.51 % del total nacional) ya superaba la ocupada por los bosques (27.83 %)².

Mientras que las mejores tierras del país se encuentran ocupadas por la agricultura agroexportadora, el 87 % de la superficie dedicada a la agricultura de pequeña escala se desarrolla en la categoría de «sobreuso». Ello explica la reducción de la capacidad para satisfacer la demanda de alimento en la producción nacional (que suple el 88 % de la demanda de maíz), a causa de una baja capacidad productiva e incluso de la reducción del 20 % de la productividad nacional, pasando de 2.58 toneladas por hectárea (t/ha) en 2006 a 2.08 en 2014. En relación con ello, la producción de café y caña de azúcar también mantiene un alto porcentaje de su superficie en categoría de sobreuso, alcanzado el 84 % y 47 %, respectivamente.

El 92 % de los productores de subsistencia e infrasubsistencia ocupan apenas el 21.86 % del área agrícola nacional. Dichos productores enfrentan dificultades agronómicas y tecnológicas que no encuentran eco (en términos de asistencia técnica) en una institucionalidad cada vez más debilitada y una política pública en la materia casi inexistente, a tal punto que hasta la fecha no existe, por ejemplo, una Ley de Suelos aprobada por el Legislativo.

Las presiones a la tierra son persistentes y crecientes. Por ejemplo, durante el período 2010-2016, la deforestación neta anual se

mantuvo constante, tanto dentro del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (Sigap) (0.9% de la deforestación neta anual), como fuera de este (0.5 % de la deforestación neta anual). Las áreas protegidas no han logrado contener la deforestación, pues de la totalidad de su territorio (que representa poco más del 30 % del país), solamente el 56 % tiene cobertura forestal. Aun así, representa el 51 % de los bosques a nivel nacional. Con relación a esto último, el crecimiento urbano desordenado continúa sacrificando espacios arbolados. En el 2018, solamente siete municipalidades tenían vigentes sus planes de ordenamiento territorial (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [Segeplán], 2019).

El uso desmedido de agroquímicos y fertilizantes perpetúa la degradación ambiental, con incrementos del volumen de importación de 45 % y 75 % entre 2008 y 2015, respectivamente. Desde el 2003 hasta el 2013, se utilizaron 171 511.43 toneladas de diferentes biocidas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, por sus siglas en inglés], 2013).

Las respuestas, tanto estatales como de la sociedad civil, han sido insuficientes para reducir el deterioro de las tierras. La institucionalidad cuenta con presupuestos bajos e inadecuados para poder revertir la situación. No obstante, destacan dos iniciativas para la protección y gestión de las tierras: (I) la capacitación de familias en el uso de buenas prácticas agronómicas por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) (durante el período 2015-2019, se atendieron poco más de 73 000 familias); y (II) la implementación de los programas, incentivos y licencias forestales orientados a la recuperación y manejo de la cobertura de los suelos, a través del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap) y del

² Incluye la categoría de bosques, plantaciones forestales y árboles dispersos, según el mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50 000, al 2020 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación [MAGA], 2021).

Instituto Nacional de Bosques (INAB). Entre 1998 y 2019, se reforestaron 139 915.31 ha por medio del Programa de Incentivos Forestales (Pinfor), 17 946.82 ha por medio del Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas

Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep) y 10 175 ha incentivadas por el Programa de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala (Probosque).

3. Anotaciones conceptuales básicas

El territorio puede entenderse como «un conjunto de relaciones dinámicas entre personas, entre estas y la naturaleza, en un espacio geográfico y un tiempo determinado» (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit [GTZ], 2006, p. 13). En este sentido y, según fue definido en el *Perfil ambiental 2010-2012*, el territorio es considerado como un producto social e histórico, dotado de una determinada base de bienes naturales, de ciertas formas de producción, consumo e intercambio, y de una red de instituciones y formas de organización que dan cohesión al resto de elementos (Iarna³, 2012).

Existe un consenso en que la tierra, como un concepto amplio (aunque no unívoco), abarca la fisiografía (énfasis en diferenciación de paisajes), las pendientes y los suelos, así como la ocupación espacial (por la vegetación y resto de organismos vivos) y la manipulación social de espacios que conduce a diferentes dinámicas de cobertura y uso de la tierra. En el seno de los ecosistemas, la tierra interviene en diferentes ciclos naturales, como

el de los nutrientes y el agua, y tiene relaciones recíprocas con el clima local (Turne *et al.*, 1995, citado por Briassoulis, 2020).

En el contexto de las tierras, los suelos se conceptualizan desde la perspectiva de un bien natural compuesto por agregados de partículas minerales y orgánicas, agua, aire y organismos vivos (Hartemink, 2016). Asimismo, es considerado un recurso finito y no renovable; su presencia constituye un «límite planetario», es decir: lo que es posible ver, es lo que existe (Steffen *et al.*, 2015).

En este sentido, debe considerarse que los procesos de detrimento y degradación de los suelos constituyen una pérdida, en muchos casos, no recuperable. Lo anterior significa que la sostenibilidad de las relaciones sociales con el ambiente y el funcionamiento natural de los ecosistemas dependen de las capacidades de los suelos, destacando entre estas la producción de alimentos y la capacidad productiva comercial (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2011).

³ En el presente documento, se utilizan indistintamente las siglas «Iarna» para referirse al Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, que en 2015 se renombró como Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad, y nuevamente cambió a Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología en 2021.

4. El estado de las tierras (énfasis en suelos) y las dinámicas que lo explican: Enfoque FI-PEIR

4.1 Estado

4.1.1 Características fisiográficas y pendientes

Guatemala cuenta con once regiones fisiográficas que poseen una alta diversidad de formas de relieve y paisajes terrestres en un espacio relativamente pequeño (MAGA, 2001). Estas provincias consisten en unidades relativamente homogéneas en términos topográficos, geológicos, hidrológicos y edafológicos. También ilustran una gradiente que va desde la llanura costera hasta las tierras altas volcánicas. Destacan las planicies interiores, las depresiones o los abundantes «pie de monte» (Iarna e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2015). Respecto a las condiciones de pendiente, el 49 % de la superficie nacional se clasifica como plana, el 7 % es suavemente inclinada, el 9 % es moderadamente inclinada, el 19 % se ubica con pendientes inclinadas (entre 16 % y 32 %) y el 16 % es fuertemente inclinada, con pendientes superiores al 32 % (MAGA, 2005).

4.1.2 Suelos

Los suelos de Guatemala se clasifican taxonómicamente en siete órdenes (de los doce existentes en el mundo), los cuales son: alfisoles, entisoles, molisoles, vertisoles, andisoles, inceptisoles y ultisoles. Los tres primeros abarcan

poco menos del 50 % del territorio nacional (MAGA, 2000, 2013b)⁴.

4.1.3 Cobertura vegetal, uso y cambio de uso de la tierra

Según el mapa de uso de la tierra realizado en el 2020, el espacio territorial guatemalteco se utiliza de la siguiente forma: cobertura boscosa⁵ (27.83 %), territorios agropecuarios (45.51 %), medios naturales variados –arbustales, sabanas, terrenos con árboles dispersos y otros– (16.07 %), zonas húmedas (7.31 %), territorios artificializados (1.72 %) y agua y humedales (1.56 %) (ver tabla 1) (Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos [Digegr], 2021).

En la búsqueda de alternativas que permitan comprender la dinámica del uso de la tierra, se ha recurrido a mapas oficiales publicados en los últimos veinte años. En este sentido, se hizo una comparación del mapa de uso de la tierra y cobertura vegetal del 2003 (MAGA, 2006) y el mapa de distribución de la superficie ocupada por categoría de uso de la tierra del 2020 (Digegr, 2021). Con el fin de destacar ciertas tendencias con respecto a la cobertura vegetal y uso de la tierra, se hacen consideraciones únicamente en torno a las diferencias en la proporción porcentual de las categorías en ambos mapas.

⁴ La clasificación taxonómica de suelos brinda conocimiento sobre las características físicoquímicas, la fragilidad y las potencialidades, por lo que esta herramienta (hoy, subutilizada) constituye la base técnica para el desarrollo de sistemas de producción agropecuaria y forestal, donde el conocimiento se constituye en el factor más importante de cambio. Este, sin embargo, se vería limitado si no hace sinergia con un conjunto de factores adicionales, tales como la asistencia técnica, el fomento de la asociatividad, el impulso de mercados financieros rurales, el mejoramiento y desarrollo de caminos rurales y el financiamiento de infraestructura productiva, como el riego, los centros de acopio, la energía y otros. Sin duda, son necesarios mayores esfuerzos de vinculación entre oferentes y demandantes de conocimiento para aprovechar y actualizar continuamente estos conocimientos técnico-científicos.

⁵ Los análisis de dinámica de cobertura forestal indican que para el 2016, el 33 % del territorio nacional tenía cobertura forestal (INAB et al., 2019).

Tabla 1*Categorías de uso de la tierra, 2020*

Categoría nivel 1	Categoría de uso de la tierra	2020	
		Área (ha)	%
territorio agrícola	granos básicos	1 160 351	10.66 %
	arroz	14 623	0.13 %
	hortalizas	161 763	1.49 %
	otros cultivos anuales	45 499	0.42 %
	subtotal de cultivos anuales	1 382 237	12.69 %
	café	539 712	4.96 %
	palma de aceite	183 748	1.69 %
	hule	140 050	1.29 %
	caña de azúcar	323 689	2.97 %
	cardamomo	169 429	1.56 %
	otros cultivos permanentes	69 741	0.64 %
	zonas agrícolas heterogéneas	195 846	1.80 %
	subtotal de cultivos permanentes	1 699 037	15.60 %
	subtotal de cultivos	3 081 274	28.30 %
	pasto cultivado	341 034	3.13 %
	pasto natural	1 533 570	14.08 %
	subtotal de pastos	1 874 604	17.22 %
	total de territorios agrícolas	4 955 878	45.51 %
bosques y medios seminaturales	bosques latifoliados	1 761 289	16.18 %
	bosque de coníferas	183 119	1.68 %
	bosque mixto	728 600	6.69 %
	bosque de manglar	23 664	0.22 %
	subtotal de bosques	2 696 672	24.77 %
	plantaciones forestales	91 850	0.84 %
	árboles dispersos	241 132	2.21 %
	subtotal de otras tierras forestales	332 982	3.06 %
	vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil)	1 706 410	15.67 %
	espacios abiertos, sin o con poca vegetación	43 921	0.40 %
zonas húmedas	subtotal de matorrales y espacios con escasa/ninguna vegetación	1 750 331	16.07 %
	total de bosques y medios seminaturales	4 779 985	43.90 %
zonas húmedas	zonas húmedas (áreas inundables, humedales y otras)	795 508	7.31 %
	total de zonas húmedas	795 508	7.31 %
territorios artificializados	zonas urbanas	152 846	1.40 %
	zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	25 620	0.24 %
	minas, escombreras y zonas en construcción	5138	0.05 %
	zonas verdes artificiales, no agrícolas	3778	0.03 %
	total de territorios artificializados	187 382	1.72 %
cuerpos de agua	cuerpo de agua (ríos, lagos, lagunas, estuarios y otros)	170 147	1.56 %
	total de cuerpos de agua	170 147	1.56 %
total nacional		10 888 900	100 %

Fuente: elaboración propia con base en datos de Digegr (2021)

Con este criterio, algunas comparaciones son muy indicativas; a continuación, se describen y se presentan en la tabla 2.

- Existe una diferencia en la cubierta boscosa de 12.5 %, atribuible a la tendencia de pérdida de área forestal observada durante el período 2003-2020.
- El uso de la tierra para producción ganadera (en categoría de pastizales naturales o cultivados) ha incrementado en un 4.6 %, pasando de 12.6 % en el 2003 a 17.2 % en el 2020.
- La agricultura anual decreció de un 12.95 % en el 2003 a 12.69 % para el 2020, mientras que la agricultura permanente incrementó en un 3.69% para el último año. Este dato es relevante al considerar que el sector de la agricultura anual se concentra principalmente en la producción de alimento bajo condiciones restringidas, que limitan su productividad y éxito en general. Asimismo, los actores de este sector están sujetos a procesos de desplazamiento derivados de tensiones con usos de la tierra más intensivos bajo el control de actores con mayor poder político y económico (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD], 2016). Para más detalle, ver el recuadro 1.

Recuadro 1

Sectores agrícolas en Guatemala

La agricultura de pequeña escala del país es productora de alimentos para consumo nacional. Se caracteriza por la producción de granos básicos en el ámbito rural y está a cargo, esencialmente, de población en condiciones de pobreza y pobreza extrema. Se desarrolla principalmente en tierras en sobreuso (82 % de la actividad), ya que su vocación es otra, menos intensiva. La erosión de los suelos asociada a las altas pendientes y la eliminación progresiva de remanentes boscosos es frecuente (Rodríguez y Meza, 2016; World Bank, 2015). La agricultura ocupa tierras cuyos suelos tienen limitaciones (de pendientes y suelos) para la producción agrícola. Por otra parte, se desarrolla bajo condiciones marginales de tecnología (especialmente riego, obras físicas de conservación de suelos, variedades mejoradas, etcétera), acompañamiento público (acceso a capital, conocimiento técnico), infraestructura de comunicaciones (principalmente caminos) y, sobre todo, en cuanto a calidad y disponibilidad de espacio (Romero, 2014; PNUD, 2016).

La agricultura comercial agroexportadora, en el contexto de Guatemala, está estrechamente vinculada a las tendencias tecnológicas tradicionales. Se destaca por ocupar la mayoría de tierras con alto potencial productivo del país, altos niveles de inversión, expansión en forma de megaproyectos agrícolas y una creciente dependencia del consumo de insumos agrícolas (Bértola y Ocampo, 2010; Iarna, 2012). En este caso, el modelo productivista ha sido la conceptualización del modernismo, que sigue el enfoque industrial de producción, es decir, mediante el empleo masivo de bienes de producción (insumos agrícolas nutricionales, fitosanitarios, semillas selectas, máquinas, piensos compuestos, entre otros), intentando conseguir así el máximo rendimiento productivo por unidad de superficie agrícola o ganadera (Cruz, 2007; Menor, 2000). El efecto del modelo ha impactado incluso a la propia ciencia agrícola, induciéndola para generar técnicas rentables, pero ecológica y socialmente incorrectas, incluyendo la dimensión técnico-científica en el proceso. Por lo tanto, no es de extrañar que se reproduzca el mismo estilo de agricultura con el que se forma a los profesionales en la investigación y extensión (Menor, 2000).

Ambos segmentos, con sus respectivas escalas e intensidades, están asociados al consumo de insumos agrícolas, frecuentemente carentes de adecuados estándares de manipulación y uso de los mismos (Iarna, 2012). Entre tales insumos, con capacidades biocidas, se incluyen herbicidas, fungicidas e insecticidas, todos vinculados a riesgos tanto para el ambiente como para la salud humana (Ferreira *et al.*, 2015; Londres, 2011).

Fuente: elaboración propia

Los datos del *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012* (Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra [Gimbot], 2014) coinciden con los datos registrados por el Banco de Guatemala (Banguat) (2015), cuyos reportes indican que los cultivos agrícolas ocupaban alrededor del 37 % del territorio nacional para el 2014, proporción que se habría mantenido relativamente constante desde el 2003, a pesar de observarse cambios respecto a la importancia relativa de cada cultivo.

En el 2014, la agricultura anual (granos básicos y hortalizas) representó el 29 % de la tierra destinada a actividades agropecuarias (37.93 % del territorio total, según lo indicado anteriormente), en tanto que la agricultura permanente representó el 22 % (café, palma africana, hule, banano y otros), la agricultura semipermanente el 9 % (principalmente caña de azúcar) y los pastos –tanto naturales como cultivados– el 40 % restante. Los cultivos con mayor ocupación para ese año fueron los anuales, principalmente maíz, frijol y hortalizas (1 207 466 hectáreas), caña de azúcar (350 205 hectáreas), café (457 284 hectáreas), palma

africana (111 939 hectáreas) y hule (82 405 hectáreas) (Banguat, 2015).

Entre 2001 y 2014, los cultivos que presentaron las tasas más altas de expansión territorial fueron el melón, con una tasa de crecimiento del 409 % y la palma africana, con una tasa de expansión del 466 %; ambos cultivos se destinan principalmente a la exportación. Por otro lado, los cultivos alimenticios como el maíz y frijol presentaron una expansión del 47.23 % y 16 %, respectivamente (Banguat, 2015).

Con estos datos⁶, cabe concluir que la agricultura permanente y los pastizales se han expandido constantemente, lo cual vulnera la superficie ocupada por otros cultivos (especialmente de granos básicos anuales) y la cobertura forestal. Este hecho también permite hacer una correlación entre la ampliación de la superficie del territorio nacional en estado de sobreuso y el incremento de procesos de degradación (tales como la erosión), alteración de funciones ecológicas y capacidades productivas de los suelos. Considérese, además, que tales cambios de uso de la tierra conducen a la interrupción de la conectividad ecológica.



⁶ Hay que señalar que la falta de datos oficiales confiables y de coherencia entre diferentes fuentes revela la urgencia de mejorar la institucionalización de estudios de esta naturaleza. Una acción de este tipo permitiría precisar las dinámicas y trayectorias de diferentes usos de la tierra en el país, aunque se rescata que los hallazgos actuales son suficientes para dirigir una política pública encaminada a fomentar prácticas y obras físicas de conservación de suelos en zonas críticas.

Tabla 2

Comparación de categorías de uso de la tierra en 2003, 2010 y 2020 (ha)

Categoría nivel 1	Categoría de uso de la tierra	2003	2010	2020	2003-2010	2003-2020	2010-2020
territorio agrícola	granos básicos	1 347 461	1 217 745	1 160 351	-129 716.18	-187 109.99	-57 393.81
	arroz	8001	17 060	14 623	9059.09	6622.34	-2436.76
	hortalizas	51 422	133 409	161.763	81 966.93	110 321.10	28 354.17
	otros cultivos anuales	3586	82 761	45 499	79 174.71	41 912.32	-37 262.39
	subtotal de cultivos anuales	1 410 491	1 388 166	1 382 237	-22 325	-28 254	5929
	banano-plátano	30 659	55 744	76 822	25 086	46 163	21 078
	café	588 764	491 965	539 712	-96 798	-49 052	47 746
	palma de aceite	51 803	111 946	183 748	60 143	131 945	71 802
	hule	60 684	94 216	140 050	33 532	79 366	45 834
	caña de azúcar	267 178	360 301	323 689	93 123	56 511	-36 612
	cardamomo	81 981	162 069	169 429	80 088	87 448	7360
	otros cultivos permanentes	19 568	55 282	69 741	35 714	50 173	14 459
	subtotal de cultivos permanentes	1 100 637	1 331 524	1 503 191	230 887	402 555	171 668
	zonas agrícolas heterogéneas	25 729	91 124	1 699 037	65 395	170 117	104 722
	subtotal de cultivos	2 536 857	2 810 814	3 081 274	273 957	544 417	270 460
		23.3 %	25.8 %	28.3 %	2.5 %	5.0 %	2.5 %
	pasto cultivado	438 173	1 145 527	341 034	707 354	-97 139	-804 493
	pasto natural	937 302	701 144	1 533 570	-236 158	596 268	832 426
	subtotal de pastos	1 375 474	1 846 671	1 874 604	471 197	499 130	27 933
		12.6 %	17.0 %	17.2 %	4.3 %	4.6 %	0.3 %
	total de territorios agrícolas	3 912 331	4 657 485	4 955 878	745 154	1 043 547	298 393
		35.9 %	42.8 %	45.5 %	6.8 %	9.6 %	2.7 %

continúa...

continúa tabla 2...

Categoría nivel 1	Categoría de uso de la tierra	2003	2010	2020	2003-2010	2003-2020	2010-2020
bosques y medios seminaturales	bosques latifoliados	3 155 449	2 767 353	1 761 289	-388 096	-1 394 160	1 006 064
	bosque de coníferas	249 618	195 615	183 119	-54 003	-66 499	-12 496
	bosque mixto	631 656	693 733	728 600	62 077	96 944	34 867
	bosque de manglar	20 613	23 838	23 664	3225	3051	-174
	subtotal de bosques	4 057 336	3 680 539	2 696 672	-376 797	-1 360 665	-983 867
		37.3 %	33.8 %	24.8 %	-3.5 %	-12.5 %	-9.0 %
	plantaciones forestales	27 691	71 197	91 850	43 506	64 159	20 653
	árboles dispersos	-	163 886	241 132	-	-	77 246
	subtotal de otras tierras forestales	27 691	235 083	332 982	207 392	305 291	97 899
		0.3 %	2.2 %	3.1 %	1.9 %	2.8 %	0.9 %
	vegetación arbustiva baja (matorral y/o guamil)	2 389 405	1 786 984	1 706 410	-602 421	-682 995	-80 574
	espacios abiertos, sin o con poca vegetación	12 968	51 293	43 921	38 325	30 953	-7372
	subtotal de matorrales y espacios con escasa/ninguna vegetación	2 402 373	1 838 277	1 750 331	-564 096	-652 042	-87 946
		22.1 %	16.9 %	16.1 %	-5.2 %	-6.0 %	-0.8 %
	total de bosques y medios seminaturales	6 487 401	5 753 899	4 779 985	-733 502	-1 707 416	-973 914
		59.6 %	52.8 %	43.9 %	-6.7 %	-15.7 %	-8.9 %
zonas húmedas	zonas húmedas (áreas inundables, humedales y otras)	199 073	174 004	795 508	-25 069	596 435	621 504
	total de zonas húmedas	199 073	174 004	795 508	-25 069	596 435	621 504
		1.8 %	1.6 %	7.3 %	-0.2 %	5.5 %	5.7 %
territorios artificializados	zonas urbanas	107 932	119 457	152 846	11 525	44 914	33 388
	zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	10 052	16 208	25 620	6156	15 568	9412
	minas, escombreras y zonas en construcción	-	3338	5138	3388	5138	1750
	zonas verdes artificiales, no agrícolas	431	4133	3778	3702	3347	-355
	total de territorios artificializados	118 415	143 186	187 382	24 771	68 966	44 195
		1.1 %	1.3 %	1.7 %	0.2 %	0.6 %	0.4 %
cuerpos de agua	cuerpo de agua (ríos, lagos, lagunas, estuarios y otros)	171 680	160 326	170 147	-11 354	-1532	9821
	total de cuerpos de agua	171 680	160 326	170 147	-11 354	-1532	9821
		1.6 %	1.5 %	1.6 %	-0.1 %	0.0 %	0.1 %

Fuente: elaboración propia con base en datos de Digegr (2021)

4.1.4 Capacidad e intensidad del uso de la tierra

El 36.94 % de la superficie del país tiene aptitud para dedicarse a la agricultura (13.7 % sin limitaciones y 23.24 % requiere mejoras, entre las que destacan las prácticas y obras físicas de conservación

de suelos). El 24.67 % de las tierras son aptas para manejo con fuerte grado de cobertura (agroforestería con cultivos anuales, con cultivos permanentes o sistemas silvopastoriles); mientras que el 37.55 % tiene aptitud preferentemente forestal (de producción o protección) (Iarna, 2016, con base en INAB, 2000) (ver tabla 3).

Tabla 3

Superficie (ha) de las categorías de capacidad de uso de la tierra

Grupo	Símbolo	Categoría	Área (ha)	Área (%)
agricultura	A	agricultura sin limitaciones	1 479 662.38	13.70
	Am	agricultura con mejoras	2 509 219.19	23.24
		subtotal	3 988 881.56	36.94
agroforestería	Aa	agroforestería con cultivos anuales	961 242.19	8.90
	Ap	agroforestería con cultivos permanentes	656 863.06	6.08
	Ss	sistemas silvopastoriles	1 045 993.38	9.69
		subtotal	2 664 098.63	24.67
forestal	F	tierras forestales para producción	2 379 110.50	22.03
	Fp	tierras forestales de protección	1 675 216.88	15.51
		subtotal	4 054 327.38	37.55

Fuente: elaboración propia con base en datos de Iarna (2016)

En síntesis, la tierra apta para producir con un bajo grado de limitaciones e inversión en conservación de suelos es escasa. Estas tierras se ubican principalmente en la boca costa, la costa sur del país, en algunas extensiones del oriente y del departamento de Izabal, el extremo norte de Alta Verapaz y parte del departamento de Petén (suroccidente y nororiente) (PNUD, 2016). En su mayoría, estos territorios son de alto potencial productivo y, por lo tanto, mantienen una orientación de uso de la tierra hacia la agricultura agroexportadora con sus respectivas implicaciones. Por ejemplo, la mayor parte de la palma africana y caña de azúcar, así como el hule y el banano, se producen en las mejores tierras agrícolas del país (Gimbot, 2014; MAGA, 2016). La costa sur está casi en su totalidad dedicada a la producción extensiva de la caña de azúcar.

Otro ejemplo es la región Sarstún-Motagua y el valle del Polochic, donde el uso de la tierra predominante se destina a la palma africana y la caña de azúcar. Se destaca que la dinámica de expansión de este tipo de cultivos ha alcanzado, incluso, áreas legalmente protegidas, principalmente en Alta Verapaz, Retalhuleu, San Marcos e Izabal, como el Complejo I y II del sur de Petén, la Reserva Biológica San Román, sierra de las Minas, Punta de Manabique, Dos Pilas, río Sarstún, entre otras (Iarna, 2012). Al igual que muchas otras, esta región mantiene un conflicto con la expansión de cultivos para exportación que desplazan la agricultura para el consumo familiar y otros cultivos no tradicionales de exportación (Grupo de Coordinación Interinstitucional [GCI], 2018).

Por otro lado, persisten los conflictos de uso de la tierra en los diferentes territorios, según el mapa de intensidad de uso de la tierra generado por la Unidad de Datos e Información Estratégica (UIE) (2022)⁷. Dicho mapa establece que el 41.31 % de la superficie del territorio nacional se encuentra bajo sobreuso (ver tabla 4). La mayor parte de tierras en esta categoría corresponde a espacios con capacidad de uso forestal (producción

de bajo impacto o protección estricta), que actualmente están dedicados a agricultura anual y ganadería (47.35 %, según se detalla en la tabla 5), principalmente para la producción de alimentos, o bien, pastizales para ganado. El sobreuso ocurre especialmente en las zonas de Petén (20.79 %), Alta Verapaz (12.04 %) y Huehuetenango (7.40 %) (UIE, 2022).

Tabla 4

Superficie (ha) y proporción (%) de las categorías de intensidad de uso de la tierra en Guatemala

Categoría	Total (ha)	Total (%)
uso adecuado	3 626 962.66	33.59
sobreuso	4 460 606.72	41.31
subuso	1 617 513.88	14.98
urbano	190 453.54	1.76
agua	108 191.92	1.00
humedal	754 660.98	6.99
otro	39 342.52	0.36

Fuente: elaboración propia con base en datos de Unidad de Datos e Información Estratégica (2022)

En la tabla 5, se presenta información respecto a la importancia relativa (porcentual) de cada uso de la tierra entre las tres categorías de intensidad de uso (sobreuso, uso adecuado o subuso). Asimismo, se consigna el porcentaje de sobreuso de cada uso de la tierra. Nótese, por ejemplo, que

la mayor proporción de los cultivos anuales se encuentra en sobreuso (82 %), así como el café (84 %) y la caña de azúcar (47 %). De todos los usos de la tierra, la agricultura anual tiene mayor peso en la categoría de sobreuso, mientras que los pastizales lo tienen en las tierras bajo subuso.

⁷ Dicha unidad cambió de nombre en el 2021 por Unidad de Datos e Información Estratégica, pero conservó la misma sigla (UIE).

Tabla 5

Importancia relativa (%) de cada uso de la tierra entre las tres categorías de intensidad y peso de sobreuso dentro de su categoría

Categorías de uso	Sobreuso (%)	Uso adecuado (%)	Subuso (%)	Resto de categorías (%)	Sobreuso dentro de su categoría (%)
agricultura anual	26.54 %	5.54 %	0.00 %	0.19 %	82 %
bosque	0.00 %	77.22 %	0.00 %	0.13 %	0 %
cultivo de banano-plátano	0.06 %	2.01 %	0.00 %	0.04 %	3 %
cultivo de café	10.45 %	1.99 %	0.00 %	0.02 %	84 %
cultivo de caña de azúcar	3.78 %	4.24 %	0.00 %	0.09 %	47 %
cultivo de palma africana	0.91 %	3.90 %	0.00 %	0.04 %	19 %
pastizales naturales y cultivados	20.81 %	0.00 %	58.58 %	0.41 %	26 %
resto de categorías	12.20 %	5.09 %	5.45 %	98.83 %	10 %
vegetación arbustiva baja (guamil-matorral)	25.25 %	0.00 %	35.97 %	0.26 %	41 %
total (%)	100.00 %	100.00 %	100.00 %	100.00 %	

Fuente: elaboración propia con base en datos de Unidad de Datos e Información Estratégica (2022)

4.1.5 Régimen de áreas protegidas y manejo de bosques fuera de áreas protegidas

Para el 2019, el Sigap estaba integrado por un total de 346 áreas protegidas que ocupan 3.4 millones de hectáreas (31.24 % del territorio nacional). Las ciento ochenta reservas naturales privadas corresponden al 1.85 % del Sigap y al 0.58 % del área total del país (Conap, 2019; UIE y Pérez, 2019). No obstante, a pesar de que tales territorios contribuyen a mantener la continuidad y viabilidad de procesos ecológicos esenciales (entre ellos, la protección de los suelos), no escapan de las dinámicas de cambio de uso de la tierra. Para el 2016, el 55.7 % del área del Sigap presentaba cobertura forestal (equivalente al 51.44 % de los bosques del país y al 16.87 % de la superficie nacional) y mantuvo elevadas tasas de deforestación (2 % de pérdida bruta anual y 0.9 % de pérdida neta) en el período 2010-2016 (INAB *et al.*, 2019).

El balance entre los años 2010 y 2016 indica que más de la mitad de los bosques nacionales están ubicados dentro del Sigap (52 % y 51.44 %,

respectivamente). Los bosques que se encuentran fuera de las áreas protegidas se distribuyen de manera fragmentada en el territorio nacional (INAB *et al.*, 2019). Cabe resaltar que la tasa de deforestación dentro de áreas protegidas fue mayor que fuera de estas (INAB *et al.*, 2019). Esa tendencia no ha cambiado, pues para el período 2010-2016 se estimaba una tasa anual neta de pérdida de cobertura de 0.9 % dentro de áreas protegidas (2 % de tasa bruta de pérdida) y de 0.5 % fuera de estas. Este hecho se explica dado que los frentes de deforestación son más intensos en los lugares arbolados y, como se indicó, los bloques forestales más grandes se encuentran dentro del Sigap. La tasa bruta de deforestación nacional anual fue de 3.3 % y la neta de 0.5 % para el período 2010-2016 (INAB *et al.*, 2019).

Al considerar que dichas áreas permiten la protección de una alta proporción de la tierra del país, el hecho de que estas sufran las mayores tasas de deforestación vulnera su capacidad para brindar servicios ecosistémicos esenciales, como la protección y conservación de la capacidad de

suelos para sostener a los sistemas terrestres o la captura de carbono⁸.

4.2 Presión hacia las tierras

En anteriores ediciones de este documento se ha señalado que la ocupación de los territorios no ha ocurrido al amparo de criterios propios de la gestión territorial. Más bien, la satisfacción de las crecientes demandas por productos agropecuarios, recursos del bosque, espacio para vivir, entre otros factores, se ha atendido desordenadamente, cuestión que no solo ha generado degradación ambiental, sino también marginalidad social, asociada a un uso desigual de tales espacios (Iarna, 2009, 2012; Iarna e IIA, 2004, 2006).

Las presiones son constantes, alcanzan nuevos territorios y, en la medida que se rebasan límites biofísicos, comprometen la estabilidad territorial, profundizan la vulnerabilidad sistémica e incrementan el riesgo a desastres. Las presiones más notables se abordan en los siguientes apartados.

4.2.1 Deforestación de las tierras

La cobertura forestal de Guatemala para el 2016 se estimó en 3 574 244 ha (INAB *et al.*, 2019), las cuales corresponden al 33 % del territorio nacional. Sin embargo, se registró una pérdida bruta de bosque de 123 066 ha anuales durante el período 2010-2016, con un cambio neto de 18 362 ha anuales⁹ (INAB *et al.*, 2019). Para ese mismo período, se registró una pérdida bruta de 39 478 ha anuales dentro de áreas legalmente protegidas, que representa el 32 % de la deforestación bruta

nacional anual y una tasa de deforestación bruta del 2 % anual. Al analizar la deforestación neta, la tasa de deforestación en áreas protegidas se estima en 17 501 ha anuales, que equivale a una tasa de 0.9 % anual (INAB *et al.*, 2019).

La deforestación resulta de las presiones por espacio (tierras) o por el producto mismo (leña y madera). En el primer caso, el desenlace es el cambio de uso de la tierra y se atribuye, esencialmente, a la ganadería extensiva, la expansión de monocultivos (como la palma africana y caña de azúcar), las actividades de extracción minera, urbanización y la ganadería extensiva (principalmente narcoganadería, en especial en Petén). En el segundo caso, la deforestación –o bien, la degradación de bosques– se atribuye a las necesidades de obtención de leña para la cocción de alimentos y calentamiento de agua, o para la construcción rural (INAB *et al.*, 2015). Las características de algunas de estas actividades generadoras de presión se esclarecen en las siguientes secciones.

4.2.2 Prácticas asociadas al cambio de uso de la tierra

Anteriormente, se ha discutido la existencia de dos grandes esquemas de producción agrícola: comercial y anual. Sin embargo, en ambos casos, es notable la intensificación, tanto en lo que se refiere al uso mismo de los suelos (especialmente los que están en sobreuso), como al de insumos químicos. Este hecho se intensifica por los bajos niveles de reposición de nutrientes y por la ausencia de prácticas que permitan la recuperación de la actividad biológica en el suelo, entre otros factores (Bértola y Ocampo, 2010; Sharma *et al.*, 2011).

⁸ Con relación a este último, la degradación por pérdida de cobertura y la consecuente erosión de los suelos interfieren directamente en el ciclo de carbono. Por un lado, limitan la fijación y reserva de carbono (la capacidad de los suelos para almacenar carbono es superior a la de las plantas y la atmósfera), y por otro, se da la liberación de carbono, siendo otra fuente de gases de efecto invernadero (GEI). Se considera que, a nivel mundial, la deforestación causa alrededor del 25 % de la pérdida del carbono orgánico del suelo (Food and Agriculture Organization [FAO], 2017).

⁹ Cabe resaltar que este valor no refleja adecuadamente el impacto socioambiental que representa la deforestación bruta, ya que esta tiene lugar en los territorios donde se concentran los remanentes de bosques densos que albergan poblaciones silvestres cuya viabilidad tiende a reducirse.

A. Agricultura comercial. Este tipo de agricultura ocupa un lugar preponderante en el «modelo económico imperante» y se basa también en el uso intenso de insumos químicos sintéticos, asociados al paradigma de la «revolución verde» (Bértola y Ocampo, 2010; Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2013). En el período 2003-2012, se registró un incremento de 3.12 % de su extensión total. Su expansión se mantiene y crea presión para los ecosistemas, en general, y para las tierras, en particular (Gimbot, 2014).

La mayor parte de cultivos para exportación, como el café y caña de azúcar, se encuentran en categoría de sobreuso del suelo (84 % y 47 % del total de la categoría de uso del suelo, respectivamente) (UIE, 2022). Así también, Winkler y Monzón (2010), citados por PNUD (2016), reportan cómo la frontera azucarera ha llegado a orillas de los manglares, incluso alcanzando los límites de zonas de conservación, como Iztapa y Hawaii, ubicadas en los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, respectivamente.

Además de los impactos ambientales masivos de este esquema de producción agrícola de gran escala, su expansión también ha significado el desplazamiento de comunidades rurales dedicadas a la agricultura de pequeña escala y centrada en la producción de cultivos anuales. Por un lado, se registra un desplazamiento hacia tierras forestales o zonas ambientalmente frágiles. Y por otro, el hecho de que numerosas comunidades han desaparecido en su totalidad debido a la expansión del cultivo de palma africana, redundando en la ampliación de la frontera agrícola en áreas protegidas y ecosistemas frágiles del norte del departamento de Petén, especialmente en la Reserva de la Biosfera Maya (Vijay *et al.*, 2016).

La otra cara de este tipo de presiones es, consecuentemente, la que corresponde a impactos ambientales ligados a la contaminación de tierras, agua, atmósfera y vida silvestre, asociados a este esquema de producción. Por ejemplo, la alta intensidad de uso de los insumos agrícolas, en especial de fertilizantes químicos, conduce a la

salinización y alcalinización de los suelos. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) (2014), Guatemala es uno de los seis países con mayor intensidad de uso de fertilizante en la región latinoamericana. El país pertenece a la subregión latinoamericana (integrada por México, Centroamérica y el Caribe) que históricamente ha presentado los mayores niveles de utilización de fertilizantes en comparación con el resto de países.

La ruptura entre la agricultura y la diversidad ha conducido al agotamiento de los suelos. La dependencia excesiva de los monocultivos e insumos agrícolas conlleva a crecientes pérdidas de materia orgánica, fertilidad y merma de las reservas de nutrientes de los suelos que, a la vez, implica el incremento de la necesidad de más fertilizantes. El escenario construido por la alta intensidad y frecuencia de uso de los insumos agrícolas pone en riesgo la diversidad macro y microbiológica del sistema, puesto que elimina poblaciones de enemigos naturales, conduce a la reaparición de plagas, a la resistencia genética a los plaguicidas y a la destrucción de los mecanismos de control natural del sistema. Además, la pérdida de la diversidad microbiológica también implica una reducción de la capacidad de reciclar nutrientes y la generación de materia orgánica. Los excedentes de estos productos en el sistema terminan alcanzando otros recursos del ambiente natural, lo que conduce a la contaminación de tierras adyacentes productivas o de ecosistemas naturales, así también de aguas superficiales o subterráneas.

En esta escala de la actividad agrícola, las opciones orgánicas son sumamente modestas. Según Iarna (2012), solamente el 13.61 % de las fincas productoras de cultivos permanentes hacía uso de alternativas orgánicas para el aporte de nutrientes y apenas el 8.32 % empleaba defensivos agrícolas en el 2012. Asimismo, el 81.45 % de estas fincas utilizaba fertilizantes y el 89.66 %, plaguicidas.

B. Agricultura de menor escala. A pesar de que este tipo de agricultura exhibe el uso de prácticas tradicionales (sobre todo en las unidades

de producción pequeñas y medianas que no superan una hectárea), también recurre a insumos agrícolas, aunque el volumen global resulta inferior al que se utiliza en el otro esquema. Contrario a lo que se supondría, los pequeños productores recurren a tecnologías dependientes del uso de insumos agrícolas para mantener cierto nivel de producción, a pesar de sus bajas capacidades adquisitivas (BID, 2013; Reyes y Cortés, 2017).

De no adoptarse las medidas de protección y uso adecuadas, la presencia de plaguicidas podría representar un factor de riesgo para la salud, tanto de los aplicadores como de los consumidores, en el caso de productos alimenticios. En países desarrollados, los plaguicidas de mayor grado de toxicidad (intrínseca) son, incluso, restringidos a operarios con entrenamientos específicos para su aplicación. A diferencia de estos casos, en Guatemala no existe fiscalización sobre el uso de los agroquímicos o la presencia de residuos en los productos de consumo alimenticio (en comparación con los productos de exportación).

Cabe resaltar la escasez de información generada y disponible sobre este tema a nivel nacional. Sin embargo, Esquivel (2018) y Godoy (2018) determinaron cuáles son los plaguicidas recomendables para este tipo de productor en el contexto de Guatemala, utilizando parámetros de uso (como aspectos legales, tipo de suelo, nivel de tecnificación del aplicador y aspectos ambientales) y al menos quince variables que deberían ponderarse para decidirlo. Sus resultados muestran que apenas el 6 % de los productos son recomendables, por lo que es necesario que el país pueda gestionar adecuadamente la inocuidad de los alimentos.

Finalmente, hay que notar que estos sistemas de producción, al desarrollarse en contextos de pobreza, se constituyen en una causa de presiones en la medida que el orden económico vigente y su respectivo respaldo político-institucional los mantienen en la marginalidad. Lo uno y lo otro se explican mutuamente, fortaleciendo así un círculo perverso de limitaciones que impiden la movilidad social, cuestión que tiende a acentuarse con las

amenazas y desastres producto del cambio y la variabilidad climática.

4.2.3 La ganadería extensiva

La ganadería extensiva se ha constituido en una presión para los bosques y suelos en diferentes territorios del país (Gimbot, 2014), caracterizada por ocupar amplios territorios bajo una lógica expansiva. Para el 2012, esta actividad (reflejada en las categorías de uso de pastizales naturales o cultivados) ocupaba el 15.31 % del total del territorio nacional y el 40 % de la tierra destinada a actividades agropecuarias. Además, el 58.58 % de las tierras en categoría de subuso se utilizaba para la producción de pastos (ver tabla 5), especialmente en la costa sur. La producción ganadera en esta región ocupa una superficie que solo es superada por los principales cultivos de exportación. Al igual que con la agricultura comercial, también genera impactos ambientales adversos en las zonas marino-costeras (Food and Agriculture Organization [FAO], 2006a; PNUD, 2016).

Las áreas de producción ganadera del país se caracterizan por la baja carga animal, baja rotación, así como prácticas productivas extensivas y de baja inversión en el manejo de pasturas. Esto ha conducido a la presencia de pastizales degradados a gran escala (en estado de sobrepastoreo, compactación y alto riesgo a erosión), lo cual llega a ser más crítico en las regiones de escasa precipitación del país, en donde incrementa el riesgo de erosión y se aceleran los procesos de degradación de las tierras en su conjunto (FAO, 2006b; MAGA, 2012). Asimismo, la información disponible sobre ganadería guatemalteca es escasa, lo cual limita la posibilidad de establecer con certeza la magnitud de la presión generada al medio natural, enfatizando así la apremiante necesidad de investigación en esta área.

Por otro lado, la actividad ganadera también se ha visto marginada de forma sistemática por la expansión de los cultivos de exportación. Históricamente, la actividad ha sido desplazada desde la costa sur hacia la región norte y nororiente del país, donde se establecen tensiones, ya sea con

otros cultivos o con los usos forestales de la tierra (MAGA, 2012; PNUD, 2016). En la región de tierras bajas del norte y en la región Sarstún-Motagua, la ganadería está asociada a la reducción de los bosques hasta convertirse en pastizales. En la primera región, el potencial de expansión es aún mayor debido a su asociación con actividades ilícitas; por lo tanto, la expansión está limitada solamente por la capacidad para comprar nuevas tierras (Gould *et al.*, 2006, citado por GCI, 2018). En la segunda región, los potreros para ganadería han ocupado las tierras degradadas y abandonadas por cultivos: se trata de una ganadería poco eficiente, ligada al uso intensivo de insumos, principalmente fertilizantes (GCI, 2018).

4.2.4 La minería

Según datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM), en 2015 se reportaban 1258.96 kilómetros cuadrados en explotación (equivalente a unos 126 000 campos de fútbol), incluyendo minería no metálica y metálica. Además, se reportaron 1709.41 kilómetros cuadrados (equivalentes a unos 170 000 campos de fútbol) para exploración de potencial minero. El 52 % del total de esta superficie (para explotación y exploración) se concentraba en los departamentos de Izabal, Alta Verapaz, Jalapa y San Marcos (MEM, 2019).

El número de licencias también ha incrementado. En el 2013, se registraban 287 licencias vigentes (237 de explotación y cincuenta de exploración); mientras que para el 2019, las licencias de explotación vigentes eran trescientas cuatro y las de exploración, veinticuatro. Los valores más altos se registraron en el 2015, cuando hubo trescientas veinticinco licencias de explotación y setenta y siete de exploración vigentes (MEM, 2019). Para el 2019, la mayoría de licencias vigentes de explotación correspondían a materiales de construcción (146), mientras que treinta y seis eran para materiales metálicos y ciento veintidós para materiales no metálicos. En el caso de las licencias vigentes de exploración, siete

correspondían a materiales no metálicos, quince para materiales metálicos y dos para materiales de construcción (MEM, 2019).

La tendencia de incremento de las áreas de explotación minera se mantuvo en 2018, puesto que otras quinientas nueve licencias se reportaban en trámite: trescientas veintiséis de exploración (253 de materiales metálicos y setenta y tres para no metálicos) y 183 de explotación (diecisiete para minerales metálicos y 166 para minerales no metálicos). Otras 158 solicitudes fueron emitidas en 2019, noventa y tres para explotación y sesenta y cinco para exploración (MEM, 2019).

De forma general, la presencia de la actividad minera supone impactos adversos en los ecosistemas naturales y en el contexto de los suelos, lo cual se traduce en la degradación de funciones ecosistémicas (alteración física, química y biológica de los suelos), cambios en el paisaje, pérdida de cobertura forestal, arrastre de sedimentos a cuerpos de agua, incremento de amenazas por deslizamientos o derrumbes, entre otros. En el caso específico de la minería metálica, las alteraciones del suelo están ligadas, no solo a los procesos de extracción, sino también al proceso químico destinado a obtener el elemento metálico contenido en las rocas de la corteza terrestre. Es decir, además de la pérdida del suelo y sus propiedades físicas, producto de la extracción, existe un efecto sobre la pérdida de propiedades químicas por contaminación atribuible a metales pesados (cobre, plomo, cadmio, mercurio, etcétera), metaloides (arsénico) e hidrocarburos generados por efluentes líquidos y sólidos, la acidificación por acumulación y oxidación de sulfuros y drenaje ácido, y la adición de sales al suelo (sulfatos). Estos contaminantes persisten por largos períodos, incluso mucho después de finalizados los proyectos mineros (Ogundele *et al.*, 2017).

En el departamento de San Marcos, un estudio desarrollado por E-TECH (2010) indicaba que en el área minera ocupada por el proyecto de la Mina

Marlin Gold Corp, se registraron concentraciones de metales pesados por arriba de los parámetros permitidos. Estos se encontraban en aguas almacenadas en la represa de la mina que serían liberadas al ambiente natural y, a pesar de un supuesto tratamiento, prevalecía el riesgo de la filtración hacia aguas subterráneas¹⁰.

Frecuentemente, las presiones que ejerce la minería sobre los territorios y sus bienes naturales se traducen en resistencias humanas encaminadas a defender el medio natural amenazado y los espacios de significancia cultural ancestral. Un ejemplo de ello ocurre en La Puya con relación al proyecto minero El Tambor, ubicado en el límite entre los municipios de San José del Golfo y San Pedro Ayampuc, en el departamento de Guatemala. Este proyecto llegó a procesar doscientas toneladas de oro durante al menos cinco años. Los efectos negativos evidentes registrados tienen que ver con la erosión de suelos, la sobreutilización del agua y el incremento de la contaminación por metales (Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales [Icefi], 2014).

Otros ejemplos de proyectos conflictivos en términos sociales y generadores de impactos ambientales negativos documentados son los de Investment Group, en Izabal, el Escobal Tahoe Resources, en Jalapa y Santa Rosa, y diversos proyectos de minería de jade aparentemente ilegal en Zacapa, entre otros (PNUD, 2016). Algunas actividades mineras también son ejemplo de anomalías en el proceso de aprobación de estudios de impacto ambiental y de las consultas comunitarias. Por estas razones, el derecho minero denominado Escobal de la entidad Minera San Rafael, S. A., fue suspendido por resolución de la Corte de Constitucionalidad desde el 2018.

En síntesis, la mera presencia de la minería conlleva una fuerte presión sobre las tierras (erosión de suelos, interrupción de conectividad ecológica, destrucción de capacidades ecosistémicas para generar servicios ambientales), puesto que muchas de las áreas mineras se localizan en lugares ambientalmente vulnerables, sobre ecosistemas frágiles y/o con alta pluviosidad. Asimismo, representa costos sociales y ambientales superiores a los beneficios financieros directos que percibe el fisco y confronta con formas locales de entendimiento de la vida y el ambiente natural, lo cual conduce a la conflictividad (Icefi, 2014; Araya et al., 2010; PNUD, 2016).

4.2.5 Superficie y crecimiento urbano

El mapa de uso de la tierra del 2012 (Gimbot, 2014) clasificaba el 1.29 % de la superficie del país bajo la categoría de uso urbano y, según diversos estudios, esta tendencia se ha incrementado. Guatemala experimentó el tercer mayor ritmo de crecimiento del área urbana (64 %) de la región centroamericana durante el período 2000-2014 (Augustin et al., 2018). No obstante, este crecimiento no se ha acompañado de procesos sistemáticos de gestión del territorio. Lo anterior se evidencia en los registros de la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (Segeplán) para el 2018, los cuales mostraban que, de trescientas cuarenta municipalidades, únicamente siete municipios de Guatemala tenían un plan de ordenamiento territorial (POT), mientras otras ochenta municipalidades eran acompañadas para iniciar el desarrollo de este instrumento (Segeplán, 2019). Reflejo de esta falta de gestión es, por un lado, la expansión urbana de baja densidad poblacional y, por otro, el crecimiento de sectores marginados y precarios que se concentran en los alrededores de las zonas más populosas de la ciudad de Guatemala.

¹⁰ También algunos relatos de eventos ocurridos en Namibia y en India señalan que se han encontrado suelos agrícolas (y los cultivos que crecen en esos suelos) con concentraciones tóxicas de metales pesados como plomo y cobre, y cromo y níquel, respectivamente (Kumar y Subodh, 2015; Mileusnić et al., 2014).

En el primer caso, es necesario considerar que la ocupación y expansión urbana implica la pérdida de suelos con altos potenciales forestales o agrícolas (por sellado e impermeabilización de estos), así como la substitución de ecosistemas naturales de forma permanente. En este sentido, la expansión urbana de baja densidad (como en el caso de Guatemala) refleja que este crecimiento responde más a un proceso espontáneo e incompatible de ocupación de las tierras, y no a la necesidad de que los espacios sean ocupados de manera dirigida estratégicamente.

Como consecuencia, los territorios urbanos se tornan discontinuos, desarticulados y extensivos, provocando un cambio de la cobertura sin considerar las capacidades y distribución geográfica de los suelos, lo que ocasiona fuertes presiones sobre estos y otros recursos, como el agua (Alvarado-Quiroa y Araya-Rodríguez, 2014).

El crecimiento urbano de baja densidad poblacional se puede observar al comparar las tasas de crecimiento poblacional del período 2002-2018 y el crecimiento urbano del período 2000-2014, donde se visualizan dos dinámicas. Por un lado, una tasa de crecimiento demográfico de 32.56 %; por otro, áreas urbanas que se están expandiendo a un ritmo mayor (63.59 %) ¹¹. Este patrón se traduce en tierras irrecuperables para funciones naturales básicas por sellado o modificación del relieve.

En el segundo caso, se ha reportado que el 39 % de la población urbana de la ciudad de Guatemala vive en barrios marginados, asentamientos informales,

en las proximidades de los corredores viales que conectan los centros urbanos y, en general, en condiciones precarias (Augustin *et al.*, 2018). La presencia de estos asentamientos expone a la tierra a procesos de degradación; esta presión se intensifica si se considera que la ciudad se ubica en un área geográficamente accidentada (laderas de montaña o barrancos), con características inestables e incluso altamente susceptibles a la erosión, especialmente en ausencia de cobertura vegetal. En estas áreas, es evidente tanto la degradación de los suelos, como la exposición de la población urbana marginal a riesgos siconaturales que pueden desencadenar en desastres derivados de derrumbes, deslizamientos o, a menudo, de la combinación de estos.

4.2.6 Acumulación de sustancias tóxicas

El uso adecuado de agroquímicos es una herramienta útil para la producción agropecuaria e incluso para la revitalización del medio natural, dadas sus amplias aplicaciones. Si se considera que los principales insumos agrícolas utilizados en Guatemala no se producen a nivel nacional, la dinámica de importaciones se constituye en un buen indicador del uso total y de la intensidad de uso en la agricultura del país.

Los datos nacionales para el período 2008-2015 (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2011, 2014, 2015) permiten observar un incremento de las inversiones y del importe de los insumos agrícolas (ver tabla 6). Esto supone, no solo un aumento de su uso, sino también de su intensificación ¹², con valores que se consideran altos con relación al contexto regional (ver inciso 4.2.2).

¹¹ Para el cálculo, se utilizó el dato demográfico estimado para el 2000 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) (11.2 millones de habitantes) y el valor registrado por el último censo nacional de población y vivienda (14.9 millones de habitantes) (INE, 2003, 2018).

¹² Al comparar la tasa de crecimiento del consumo con la dinámica de expansión de las principales áreas agrícolas (aquellas vinculadas al consumo de estos insumos agrícolas).

Tabla 6*Importación anual de plaguicidas y fertilizantes para los años 2008, 2014 y 2015 en Guatemala*

Insumo	Presentación	2008	2014	2015	Crecimiento (%) 2008-2015
plaguicida	toneladas (miles)	12.50	8.02	16.12	28.95
	litros (millones)	15.92	14.68	23.04	44.78
	USD (millones CIF ¹³)	180.25	215.20	190.51	5.70
fertilizante	toneladas (miles)	529.19	896.67	925.79	74.94
	litros (millones)	1.69	2.08	1.99	18.06
	USD (millones CIF)	291.66	321.26	315.05	8.02

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE (2011, 2014, 2015)

Los registros de fertilizantes y plaguicidas (biocidas/agrotóxicos, entre otros) de FAO (2013) permiten inferir que en el país, el consumo no solo es alto, sino también creciente, ya que en el 2003 se consumieron alrededor de 10 718.09 toneladas de plaguicidas (fungicidas, insecticidas, herbicidas), valor que subió a 17 296.5 toneladas en el 2013. Durante este período, los plaguicidas sumaron 171 511.43 toneladas de sustancias químicas aplicadas al medio natural con potencial de acumulación en sus componentes.

En el contexto de Guatemala, la dinámica de consumo corresponde a ciertos factores que no necesariamente responden a la necesidad de mejorar rendimientos o a fortalecer prácticas agronómicas de defensa de los cultivos (por insectos, microorganismos u otras plantas, comúnmente denominadas malezas). En buena medida, la adopción de esta tecnología no es racional (Kebede *et al.*, 1990) y frecuentemente obedece a la influencia desproporcionada y desleal del mercado a través de las empresas comercializadoras de este tipo de productos

ligados a paquetes tecnológicos, a menudo impertinentes. En otros términos, la aplicación de estos productos no ocurre bajo criterios técnicos acertados.

La aplicación extendida e intensiva (incluso desmedida) de fertilizantes y plaguicidas tiene consecuencias en:

- (1) los suelos, provocando el deterioro de su estructura y de la microfauna, así como la variación del pH, lo cual se traduce en problemas de salinidad, pérdida de materia orgánica, toxicidad y, en general, contaminación ambiental;
- (2) las aguas superficiales y subterráneas, donde produce contaminación en la forma de eutrofización de ríos y lagos e incremento de las concentraciones de nitratos en aguas subterráneas y superficiales;
- (3) los alimentos, lo cual se asocia al riesgo por residuos de pesticidas.

¹³ Término empleado en comercio internacional para referirse al costo, seguro y flete (*cost, insurance and freight*, en inglés) negociado por el comprador y vendedor en una transacción comercial. Generalmente, es usado para productos de gran valor, con el fin de evitar gastos y documentos de procesos aduaneros al comprador.

Respecto a los efectos de esta situación sobre los ecosistemas y los recursos, se debe considerar que, aunque los factores naturales pueden contribuir a la degradación de biocidas, algunos productos presentan mayores niveles de persistencia o, incluso, mayor potencial tóxico y de acumulación en el medio después de exponerse a factores

degradantes (Food and Agriculture Organization e Intergovernmental Technical Panel on Soils [ITPS], 2017). Por tal razón, se afirma que el uso de insumos agrícolas significa un costo ambiental y social para todas las sociedades, puesto que afectan la salud humana y la vida en todas sus formas (Aktar *et al.*, 2009) (ver recuadro 2).

Recuadro 2

Efectos socioambientales del uso de insumos agrícolas

Algunos elementos inorgánicos naturales como el azufre, el cobre y compuestos de estos son ampliamente difundidos en la agricultura y se constituyen en una de las principales estrategias para el control de enfermedades de plantas en la agricultura orgánica (Reigart y Roberts, 1999a; Roberts y Reigart, 2013). El uso desmedido y/o inadecuado de estos insumos supone altos riesgos sobre el ambiente natural y para la salud humana (Ferreira *et al.*, 2015). Se debe considerar que, al emplearse, pueden afectar organismos no objetivo y alcanzar los suelos y plantas, puesto que tienen una alta facilidad de acumularse, pudiendo llegar fácilmente a niveles nocivos con impactos sobre el componente microbiológico de los suelos, otras plantas e incluso fauna, así como para los humanos, al encontrarse dentro de la cadena alimenticia. Estos compuestos son considerados los más persistentes y complejos para ser remediados y sus riesgos han motivado las restricciones normativas de la Unión Europea respecto a productos que los contengan. Un ejemplo es el caldo de Burdeos o bordelés, que consiste en productos elaborados a base de cobre, utilizados por sus propiedades fúngicas en cualquier tipo de agricultura. Sin embargo, tienen la capacidad de acumularse en los suelos con variable facilidad.

Probablemente, la información disponible sobre los efectos de los agroquímicos en el país esté subestimada en algunos casos, como el volumen registrado para los fungicidas. Por ejemplo, las sales inorgánicas se importan bajo la categoría de «usos industriales diversos», no obstante, constituyen una de las primeras opciones (si no es la primera) de la mayoría de productores para un amplio rango de cultivos, además de ser de fácil adquisición dentro del ámbito comercial, particularmente las que son a base de cobre (sulfato de cobre pentahidratado o sulfato de cobre heptahidratado). Con relación a los tres grupos químicos de plaguicidas destacados por volumen de importación en Guatemala, se han realizado análisis sobre los efectos de sus ingredientes activos más representativos, que agrupan sustancias con movilidad nula a ligera en suelos, y solubilidad desde media a alta (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas [IRET], 2018; Pesticide Action Network [PAN], 2018).

Lo anterior señala su potencial para ser absorbidos por los suelos y, bajo condiciones específicas, pueden provocar erosión al ser transportados a través de estos. Además, son conocidos por tener un amplio historial de accidentes fatales en humanos, acumulación en organismos acuáticos y por ser mutagénicos. Algunos también se relacionan con problemas de leucemia infantil, han sido detectados en muestras de orina de niños y niñas que habitan en áreas aledañas a plantaciones agrícolas, o son ampliamente encontrados en alimentos (hortalizas, fresas y mini vegetales). Otros son reportados como disruptivos endocrinos y/o con efectos reproductivos negativos (IRET, 2018; PAN, 2018).

Los bipiridilos, contenidos en herbicidas ampliamente utilizados en la agricultura, se adsorben fuertemente en los suelos. En zonas cafetaleras, se reporta una alta presencia de estos, incluso muchos años después de su aplicación. En Centroamérica, son reconocidos por causar el mayor porcentaje de intoxicaciones y muertes (Reigart y Roberts, 1999b; Roberts y Reigart, 2013). Tanto en Panamá como en Costa Rica, representan el grupo que más se ha reportado por casos de toxicidad. Ambientalmente, están asociados a altas tasas de acumulación en organismos acuáticos y por ser mutagénicos (IRET, 2018).

continúa...

continúa recuadro 2...

Los ditiocarbamatos, por su lado, son fungicidas de amplio espectro utilizados principalmente para el tratamiento de semillas. Estos ocuparon el primer lugar en importación de América Central durante el período 2000-2004. Sin embargo, ha sido un grupo confirmado con riesgo carcinógeno humano por la Environmental Protection Agency (Reigart y Roberts, 1999a; Roberts y Reigart, 2013).

En el grupo del ácido fenoxiacético se encuentra el ingrediente activo 2,4-D, utilizado principalmente como un herbicida en la agricultura. Se ha asociado a la disminución del número de espermatozoides, de su movilidad y al aumento del porcentaje de espermatozoides anormales en trabajadores expuestos; además de poseer un alto riesgo de bioacumulación (Reigart y Roberts, 1999b; Roberts y Reigart, 2013). En Centroamérica, es conocido por un alto número de reportes de intoxicaciones humanas, además de sus residuos en alimentos (Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, 2018).

Fuente: elaboración propia

En Guatemala, no existen limitaciones legales suficientes y pertinentes para el uso, acceso, distribución e incluso el mercadeo de este tipo de productos; asimismo, no existen iniciativas estatales de capacitación para su aplicación correcta. Esto supone un riesgo para la salud y la vida en todas sus formas y, además, pone en relieve la relación existente entre la agricultura guatemalteca, el uso intensivo de insumos agrícolas y la contaminación ambiental. Por otro lado, tampoco existe un compromiso real para el fomento de otras estrategias productivas que reduzcan el consumo de los insumos agrícolas sintéticos, lo que se ve reflejado en el escaso número de fincas que recurren al uso de alternativas más amigables para el ambiente (Iarna, 2012; Iarna e IICA, 2015).

4.2.7 Las dinámicas de generación y manejo de residuos

Las dinámicas de manejo y generación de residuos también han contribuido a la degradación de las tierras del país. La producción de residuos y desechos sólidos domiciliarios ha mantenido una tendencia creciente, pasando de 1.80 millones de toneladas en el 2010 a 2.32 millones de toneladas en el 2016; en ese período, se registraron alrededor de 11.74 millones de toneladas (INE, 2014, 2016). Cabe resaltar que para el 2010, el volumen de residuos sólidos domiciliarios correspondía apenas al 1.6 % del total de residuos generados (y registrados) en el país. A pesar de la escasez

de datos para la última década, se resalta que entre 2001 y 2010, la generación de estos mantuvo una tendencia creciente (con una tasa del 38 %), lo que permite inferir el incremento del riesgo por acumulación de residuos sólidos en los suelos guatemaltecos. Para esa década, la generación de desechos sólidos alcanzó la cifra promedio anual de 116.5 millones de toneladas que, en su mayoría, son lanzadas al suelo y al agua (solo un 1.3 % corresponde a los hogares) (INE et al., 2013b).

La gestión de estos residuos en Guatemala es deficiente, incluso ausente en la mayoría de los territorios. Son pocos los municipios donde se han generado planes y se han impulsado acciones concretas y sostenibles en el tiempo. Por ejemplo, en 2014, se registraban apenas treinta y una municipalidades con planes o programas integrales de manejo de los desechos domésticos; catorce poseían un plan de manejo durante el tratamiento y diecisiete para la disposición final. En muchos de estos municipios no existen siquiera vertederos locales para la concentración de los residuos sólidos (espacios donde se depositan los residuos sin que se realice ningún tipo de manejo adicional). Solamente ciento cuarenta municipalidades¹⁴ contaban con un terreno destinado específicamente para la disposición final de residuos sólidos (INE, 2014). Este panorama generalizado mantiene una continua construcción de riesgo para la salud de las personas y la vida en todas sus formas.

¹⁴ En 2020, se reconocieron trescientos cuarenta municipios.

4.3 Fuerzas impulsoras de las presiones

En anteriores ediciones del *Perfil ambiental*, se ha demostrado cómo las dinámicas territoriales confluyen con el modelo económico del país, cuya orientación distintiva es el productivismo. Es decir, impera una lógica centrada en conseguir el máximo rendimiento sin escatimar los límites del sistema ni las consecuencias del agotamiento, degradación y contaminación de los componentes del medio natural. En este sentido, las fuerzas indirectas o subyacentes que impulsan las presiones analizadas en secciones anteriores están cimentadas en ese modelo, siendo estas: la creciente demanda de productos provenientes del sector agropecuario, bosques y minería; la estructura de la tenencia de la tierra y los nuevos procesos de concentración de estas con fines de exportación; y el crecimiento demográfico, la desigualdad y pobreza.

4.3.1 Crecimiento de la demanda por productos agropecuarios, bosques y minería

En el contexto de Guatemala, el modelo económico permite que sean las tendencias del mercado global, y no la población local, el principal factor que determine las dinámicas de uso de la tierra (Iarna e IIA, 2006; Izquierdo, 2008; United Nations Environment Programme [UNEP], 2013). En este sentido, el crecimiento de la demanda por productos agropecuarios, bosques y minería se constituye como una de las fuerzas que impulsan la presión sobre la tierra (Neely y Fynn, 2011). Satisfacer esas necesidades ha requerido de actividades económicas que tienen una alta y creciente demanda por espacio y recursos naturales en el país, lo que ha conducido, por ejemplo, al cambio de uso de la tierra a costa

de áreas productoras de alimento (de consumo nacional) o de bosques. En el 2012, tan solo el uso agropecuario ocupaba el 37.93 % del territorio del país y se registraba el incremento de tierras agrícolas y pastizales a expensas de la pérdida de bosque (Gimbot, 2014). Aunado a ello, estas actividades económicas son acompañadas de prácticas productivas y dinámicas de uso insostenibles, las cuales, globalmente hablando, impulsan la deforestación y sobreexposición de suelos. De igual forma, son impulsoras del desplazamiento de comunidades y afectan los procesos de producción de alimentos de la población más pobre.

Las actividades económicas señaladas anteriormente también han estado vinculadas con las tendencias de distribución de la tierra. Históricamente, la estructura agraria en Guatemala ha sido desigual, reflejando una acentuada polarización: por un lado, respecto a la distribución de la tierra y la configuración de la tensión latifundio-minifundio, y por otro, respecto a la limitada viabilidad de la agricultura de pequeña escala orientada al consumo interno, frente a los múltiples privilegios que experimenta la de gran escala, orientada a la exportación (Iarna, 2004; Iarna e IIA, 2006; Iarna e IICA, 2015).

4.3.2 La estructura de la tenencia de la tierra y los nuevos procesos de concentración

La concentración de la tierra ha sido puesta en relieve desde hace varios años. Por ejemplo, en el 2003, cuando se realizó el último *Censo Nacional Agropecuario*¹⁵, el grupo de fincas con extensión menor que cinco manzanas¹⁶ formaba el 86.5 % del total registrado, alcanzando apenas el 16.2 % de la superficie total de tierras. En esa categoría, un alto porcentaje (45.26 % del total) de las fincas menores que una manzana estaban

¹⁵ El análisis de la evolución de la estructura agraria y el seguimiento a la distribución del recurso es una tarea que resulta complicada, si no imposible, cuando los procesos de actualización de la información, vía los censos agropecuarios, no figuran en la agenda de asuntos de interés público. Indudablemente, revelar realidades acerca de un asunto bajo permanente tensión es algo que se evita en los círculos de poder político y económico del país.

¹⁶ Una caballería es equivalente a sesenta manzanas o cuarenta y cinco hectáreas. Una manzana equivale a siete mil metros cuadrados y una hectárea es igual a diez mil metros cuadrados.

destinadas a la producción de infrasubsistencia, representando escasamente el 3.24 % de la superficie total. El 92 % de los productores de subsistencia e infrasubsistencia ocupaban el 21.86 % de la superficie agrícola (ver tabla 7), una realidad minifundista, con dudosas capacidades de producir a niveles que permitan la subsistencia de los hogares rurales. Por otro lado, el 7.9 % de los productores (excedentarios y comerciales)

ocupaban más de la mitad de la superficie total nacional (78.13 %). Cabe resaltar que, según el Iarna e IIA (2006) y PNUD (2016), existe una continua y creciente tendencia a la concentración de las tierras en el país.

Para el 2006, el coeficiente de Gini¹⁷ de concentración de la tierra presentaba un valor de 0.785 (Iarna e IIA, 2006).

Tabla 7

Número de fincas por tamaño y superficie total (mz.) y clasificación de productores agrícolas

Tamaño de finca	Fincas		Superficie		Clasificación de productores agrícolas	
	Número	(%)	(mz.)	(%)	Categoría	(%)
menores que una manzana	375 708	45.23	172 413	3.24	infrasubsistencia	45.2
de 1 a menos de 2 manzanas	185 196	22.29	242 313	4.56		
de 2 a menos de 5 manzanas	157 681	18.98	449 439	8.45	subsistencia	46.8
de 5 a menos de 10 manzanas	46 099	5.55	298 039	5.61		
de 10 a menos de 32 manzanas	39 599	4.77	674 601	12.69	excedentarios	6.0
de 32 a menos de 64 manzanas	10 929	1.32	470 717	8.85		
de 1 a menos de 20 caballerías	14 593	1.76	1 841 283	34.64		
de 10 a menos de 50 caballerías	610	0.07	513 014	9.65	comerciales	1.9
de 20 a menos de 50 caballerías	222	0.03	403 606	7.59		
de 50 caballerías y más	47	0.01	250 412	4.71		
total	830 684	100	5 315 838	100	776 489	100

Fuente: información tomada de Presidencia de la República (2014), con base en el *IV Censo Nacional Agropecuario 2003* y las *Encuestas Nacionales Agropecuarias* de 2005 y 2008

¹⁷ El coeficiente de Gini es una medida de desigualdad en donde 0 se interpreta como igualdad absoluta y 1 como desigualdad absoluta.

Estudios parciales en términos territoriales y circunscritos a las dinámicas de algunos de los cultivos de exportación dominantes sugieren que la desigualdad en la tenencia de la tierra se ha recrudecido en las últimas dos décadas debido a procesos de reconcentración alentados por la expansión de los monocultivos de palma africana y caña de azúcar en regiones donde, a finales del siglo pasado, no se conocían. Por otro lado, la estructura de la tenencia de la tierra no es únicamente un problema cuantitativo; también lo es en términos de la calidad de los suelos concentrados. Como se indicó anteriormente, las tierras más aptas para producción agrícola están concentradas, no solo en cultivos de exportación, sino incluso en pocas manos, mientras que la superficie destinada a alimentos se encuentra en pequeñas áreas con limitaciones (ver tabla 7).

Esta inequidad en la distribución de la tierra es una de las principales causas de la marginación económica, pobreza, migración, entre otras. Así también, impulsa conflictos derivados directamente del cambio de uso de la tierra (degradación, deforestación, sobreexposición de suelos, contaminación de agua) e indirectamente, al inducir el desplazamiento de comunidades y zonas de producción de alimento hacia espacios frágiles, susceptibles de altos niveles de deterioro (Iarna, 2011; UNEP, 2010).

4.3.3 Desigualdad y pobreza

La pobreza se deriva de la desigualdad y es un impulsor central de las presiones sobre la tierra. Asimismo, hace sinergia con otras fuerzas impulsoras, como la distribución desigual de las tierras anteriormente esbozada. La población en condiciones de pobreza presenta una reducida gama de opciones para la generación de ingresos. Se dedica, casi exclusivamente, a la agricultura de pequeña escala, además de sufrir grandes procesos de desplazamiento a causa de diversos conflictos por uso del espacio.

Esta realidad se desarrolla dentro de un círculo vicioso difícil de romper, debido a las múltiples condiciones de exclusión que se ciernen sobre estas poblaciones, la infraestructura y otros condicionantes del desarrollo que simplemente no llegan (Barrett y Bevis, 2015). Al contrario, en las últimas dos décadas, las políticas públicas han estado orientadas a la promoción de la economía de exportación. Este hecho fue destacado en el *Perfil del Agro y la Ruralidad de Guatemala* (Iarna e IICA, 2015), donde se indica que el 50 % del gasto público se destina a sectores que ya tienen una ventaja competitiva (derivada de las inversiones en infraestructura de carreteras, puertos y aeropuertos) ligada a la agroexportación. También se señala que el gasto social vía las políticas públicas se caracteriza por su condición asistencialista (enfaticando en la provisión de alimentos a la población rural vulnerable o reposición de activos), en detrimento del impulso a la ciencia y la tecnología agropecuaria y forestal.

Estos hechos conducen a la marginación y la pobreza. Según el Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE), en 2014, el coeficiente de marginación económica y social para Guatemala era de 0.59 (BCIE, 2014). Por su lado, el PNUD (2016) indica que el coeficiente de Gini para el ingreso familiar per cápita es de 0.53. Finalmente, según el INE (2017), para el 2014, el 53.9 % de la población vivía en pobreza general y el 23.4 % en pobreza extrema.

4.4 Respuestas

Las acciones del Estado, a través de sus instituciones públicas (financiadas con impuestos de la población) y no públicas, son las respuestas frente a los desafíos que socialmente resultan importantes y sobre cuya envergadura se muestran diferentes niveles de sensibilidad o conciencia. Para fines del presente análisis, se destacan las siguientes respuestas.

4.4.1 Legislación, políticas y programas sobre gestión de la tierra

A. Ligados a las áreas protegidas y fuera de áreas protegidas: Los casos de Conap e INAB. La Ley de Áreas Protegidas y la Ley Forestal son los instrumentos institucionales de mayor magnitud, puesto que impulsan la protección formal de la principal proporción de la tierra del país. En el caso de la Ley de Áreas Protegidas, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (Conap), a través de una secretaría ejecutiva dependiente de la Presidencia de la República, es el ente encargado de la conservación y gestión de los territorios que integran el Sigap y de la biodiversidad en todo el territorio nacional. Mientras tanto, el Instituto Nacional de Bosques (INAB) es el encargado de ejecutar y promover la política forestal nacional, fuera de áreas protegidas.

A pesar del papel fundamental que ambas instituciones cumplen en la protección de la integridad de los suelos y del ambiente natural en general, y los servicios ecosistémicos que brindan, se considera que los presupuestos que les son asignados son insuficientes (104.5 millones de quetzales para Conap y 87.5 millones para INAB, en 2018). Conap debe gestionar el amplio territorio del Sigap (además de la superficie marítima y los asuntos relativos a la biodiversidad en todo el país), el cual, en 2019, alcanzó el 31.24 % del total del territorio terrestre de Guatemala¹⁸. Mientras, el INAB está encargado de atender el área boscosa fuera del Sigap (16.03 % del territorio del país en 2016) (INAB *et al.*, 2019), además de las tierras forestales susceptibles de repoblación.

Las tierras bajo el esquema de áreas legalmente protegidas gestionadas por el Conap contribuyen a mantener la viabilidad de componentes ecosistémicos esenciales, como los suelos, el sostén del conjunto de relaciones que ocurren entre la vegetación, la atmósfera y los ciclos fundamentales para la vida, así como el del agua y de los nutrientes. Hacia el 2016, las áreas protegidas mantenían una superficie de

1 838 903 ha, representando el 51.4 % del total del bosque del país (3 574 947 ha) (INAB *et al.*, 2019). Estas áreas son objeto de presiones cotidianas y sostenidas, a tal grado que se ven afectadas por la constante degradación y deforestación que se cierne sobre los bosques mejor conservados y más antiguos del país. Aunque se registran procesos de regeneración natural, las tasas brutas de deforestación que tienen lugar en estos espacios se constituyen en un problema ambiental de la más alta trascendencia nacional y regional, sobre todo con la certeza de que la vitalidad de los ecosistemas es una pieza clave en las necesidades de adaptación frente al cambio y la variabilidad del clima.

Entre estas áreas legalmente protegidas, destaca la superficie gestionada bajo el régimen de concesiones de manejo integrado de recursos naturales dentro de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM). Este régimen protege el bloque forestal más grande que aún existe en territorio guatemalteco. Sin embargo, dentro de esa misma reserva, se ubican los frentes de deforestación más activos del país, afectando la viabilidad de las áreas núcleo, varias de las cuales aún contienen muestras representativas de bosques densos y frondosos en armonía con vestigios de la civilización maya.

En el caso del INAB, de 1997 al presente, destaca la implementación de tres esfuerzos que han contribuido a la conservación y revitalización de las tierras: (I) la Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo y Producción de Bosques en Guatemala –Probosque–, Decreto 02-2015; (II) la Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal (Pinpep), según Decreto 51-2010 del Congreso de la República; y (III) el Programa de Incentivos Forestales (Pinfor) que finalizó en 2016. Durante el período 2007-2019, estos instrumentos contribuyeron a la protección, recuperación y ampliación de tierras para fines de producción o protección forestal, por medio del incentivo de plantaciones, la incorporación de

¹⁸ Este dato difiere levemente del dato oficial de Conap, por motivos de manejo de las capas geográficas (UIE y Pérez, 2019).

áreas forestadas y el manejo de bosque natural (MBN) (INAB, 2019a). En este mismo período, el Pinpep acumuló 5898.57 ha reforestadas por plantaciones forestales, 12 048.25 ha en sistemas

agroforestales (SAF), 118 812.57 ha incorporadas a MBN para protección y 2971.16 a MBN para producción, con una inversión de 1417.64 millones de quetzales (ver tabla 8).

Tabla 8

Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 2007-2018 con Pinpep

Año	Plantación forestal		Sistema agroforestal		MBN de protección		MBN de producción		Total área (ha)	Inversión (millones de GTQ)
	Proyectos	(ha)	Proyectos	(ha)	Proyectos	(ha)	Proyectos	(ha)		
2007	37	148.55	46	117.43	354	1853.00	36	321.57	2440.55	4.49
2008	95	175.35	56	131.22	374	1431.57	57	279.02	2017.16	8.43
2009	115	185.19	49	204.51	421	1675.17	55	285.34	2350.21	12.65
2010	159	210.79	77	207.59	312	1128.47	16	81.35	1628.20	14.88
2011	125	140.36	72	171.49	452	1476.83	28	119.77	1908.45	18.00
2012	260	429.46	190	670.35	1958	7676.22	51	160.65	8936.68	42.00
2013	356	464.45	247	1039.10	2126	8417.42	30	101.45	10 022.42	64.54
2014	742	926.52	813	2657.74	3235	13 469.27	59	228.51	17 282.04	108.05
2015	865	1203.78	783	1833.74	4837	19 470.15	84	332.73	22 840.40	158.05
2016	604	805.75	676	1670.95	4819	19 426.60	74	324.31	22 227.61	203.70
2017	523	679.51	777	2449.17	5086	20 201.11	100	438.34	23 768.12	248.91
2018	502	524.25	319	885.55	2306	9044.34	25	142.63	10 596.77	263.63
2019	3	4.61	6	9.41	3718	13 542.42	40	155.49	13 711.93	270.30
Totales	4386	898.57	4111	12 048.25	29 998	118 812.57	655	2971.16	139 730.54	1417.64

Fuente: elaboración propia con base en datos de INAB (2019a)

Por su parte, Pinfor acumuló 139 915.31 ha reforestadas desde 1998 hasta su cierre, en 2016. De estas, 4648.09 ha fueron incorporadas por método de regeneración natural. Además, se

incentivó el manejo forestal del bosque natural de 221 202.83 ha para protección y 22 450.13 ha para producción, con una inversión de 1942.91 millones de quetzales (ver tabla 9).

Tabla 9

Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 1998-2016 del programa Pinfor, Ley Forestal 101-96

Año	Reforestación		Manejo de regeneración natural		MBN de protección		MBN de producción		Inversión (millones de GTQ)
	Proyectos	ha	Proyectos	ha	Proyectos	ha	Proyectos	ha	
1998	60	1099.18	0	0	1	3.59	6	481.90	5.083
1999	199	4296.84	0	0	-	-	5	4565.64	23.90
2000	241	6495.30	3	88.6	9	720.32	17	2769.51	43.53
2001	289	7400.10	4	228.4	52	8904.58	14	4132.28	59.11
2002	402	10 198.75	5	98.51	21	7119.03	21	1769.36	84.54
2003	398	8764.44	6	291.5	19	4534.15	10	1357.10	88.42
2004	406	8101.16	9	202.26	22	18 263.46	7	447.23	95.93
2005	363	6986.74	5	201.82	55	16 242.69	4	117.65	102.63
2006	398	7763.48	7	213.28	683	78 933.83	11	656.81	125.95
2007	454	10 976.41	12	192.48	31	1586.53	33	1296.01	140.19
2008	467	11 006.15	16	282.49	237	7220.35	22	607.79	153.64
2009	417	8977.33	13	285.82	365	11 632.11	47	868.43	153.35
2010	317	7856.13	14	314.18	244	12 090.88	42	863.64	145.51
2011	208	5136.94	9	306.3	469	12 908.95	25	613.33	114.58
2012	157	4023.59	10	553.76	389	15 100.22	26	401.01	110.19
2013	168	5193.70	16	624.38	99	3203.29	-	-	127.44
2014	283	7523.17	17	515.88	754	12 768.94	37	584.98	133.25
2015	311	7240.00	11	199.16	-	-	-	-	117.13
2016	206	6227.81	3	49.27	717	9969.91	20	917.46	118.55
Totales	5744	135 267.22	160	4648.09	4167	221 202.83	347	22 450.13	1942.91

Fuente: elaboración propia con base en datos de INAB (2019a)

Durante el período 2017-2019, Probosque acumuló 7391 ha de plantaciones forestales, 1665 ha a través de sistemas agroforestales, 53 238 ha de MBN para protección, 1565 ha de

MBN para producción y 1119 ha para restauración de tierras forestales degradadas. Para ello, se contó con una inversión de 455.29 millones de quetzales (ver tabla 10).

Tabla 10

Distribución de proyectos, área (ha) e inversión (millones de quetzales) por año, período 2017-2019 de la Ley Probosque

Año	Plantación forestal		Sistema agroforestal		MBN de protección	
	Proyectos	ha	Proyectos	ha	Proyectos	ha
2017	78	1640.09	9	185.49	544	10 091.32
2018	245	3297.83	32	638.62	1720	20 042.39
2019	252	2453.19	38	840.93	1788	23 104.07
Total	575	7391.00	79	1665.00	4052	53 238.00

Año	MBN de producción		Restauración de tierras forestales degradadas		Inversión (millones de GTQ)
	Proyectos	ha	Proyectos	ha	
2017	5	198.68	4	102.64	114.02
2018	48	686.91	37	490.18	155.01
2019	68	679.51	54	525.93	186.26
Total	121	1565.00	95	1119.00	455.29

Fuente: elaboración propia con base en datos de INAB (2019a)

Tanto el INAB como el Conap contribuyen a restaurar tierras forestales degradadas y a la conservación de los suelos y sus funciones dentro del sistema natural. Sin embargo, no solo se está lejos de cumplir con toda la protección de la tierra, sino que dichas instituciones se han visto superadas por las presiones sobre el medio natural.

Por ejemplo, según INAB *et al.* (2019), los análisis de la dinámica de la cobertura forestal en el país para el período 2010-2016 indican una pérdida bruta de bosques en 680 566 ha, mientras que la recuperación de la cobertura forestal para ese mismo período alcanzó 579 025 ha de bosque (incluyendo plantaciones forestales, plantaciones de hule y regeneración natural). Los datos muestran una tasa neta anual de pérdida nacional

de bosque para el 2016 de -0.50 % con respecto a la cobertura forestal existente en el 2010. En cuanto a la pérdida de la cobertura forestal fuera de áreas protegidas, la tasa anual neta es de -0.5 %, mientras que, dentro de áreas protegidas, anualmente se pierden 39 478 ha de bosque, con una tasa anual neta de -0.9 %. Como se ha señalado antes, la tasa de deforestación dentro de áreas protegidas es mayor que la tasa fuera de estas.

B. Ligados al uso de la tierra desde el agro:
El caso del MAGA. Según sus mandatos oficiales, el MAGA tiene un rol central en garantizar la protección, preservación de la calidad y restauración de las tierras agropecuarias en el país. Esto debería hacerse, esencialmente, por la vía de la promoción de sistemas agrícolas, pecuarios, alimentarios, agroforestales y otros similares que

mantengan la vitalidad de las tierras y los suelos en el largo plazo. Sin embargo, los presupuestos asignados a esta instancia no solo se consideran insuficientes, sino también mal distribuidos.

En el primer caso, el presupuesto asignado se ha mantenido entre el 4.64 % y 1.33 % del presupuesto nacional durante el período 2006-2019. Para el 2019, el presupuesto asignado correspondía a 1.64 % (Congreso de la República de Guatemala, 2018; Iarna e IICA, 2015). Al considerar, por un lado, que son presupuestos para asegurar la sostenibilidad de un sector que ha mantenido una participación entre un 13 % y 14 % entre los años 2001 y 2017, y que incluye sus principales encadenamientos (en particular procesos agroindustriales), la contribución del sector a la economía del país representaría aproximadamente el 24 % del PIB (World Bank, 2015).

En el segundo caso, el presupuesto ejecutado por el MAGA a partir del 2009 ha mantenido una tendencia en la que el gasto de funcionamiento es superior al de la inversión. Para el 2019, el presupuesto ejecutado en funcionamiento significó el 93 % del total (Congreso de la República de Guatemala, 2018). Pese a tener una ejecución presupuestaria concentrada en gastos de funcionamiento, hay dos aspectos que destacan. Durante el período 2016-2019, el MAGA no consiguió sobrepasar la barrera de los mil cien extensionistas. Según sus propios reportes, con tal contingente se presta atención técnica a 165 806 familias en infra y subsistencia, lo que equivale a ciento cincuenta familias atendidas por un extensionista contratado por esta entidad (MAGA, 2015, 2018, 2019). El segundo aspecto es que, con ese nivel de cobertura, queda claro que el impacto de la asistencia técnica (y en realidad, del conocimiento puesto al servicio de esa población) es muy limitado.

Con respecto a las acciones orientadas hacia la protección de la integridad de los suelos, el MAGA reporta que durante el período 2015-2019, ha capacitado a 73 022 nuevas familias en temas de buenas prácticas agrícolas (BPA), incluyendo el tema de conservación de suelos (MAGA, 2015,

2018, 2019). Para analizar el impacto de estas acciones, se toma como base comparativa los 783 348 hogares agropecuarios de subsistencia, infrsubsistencia y sin tierra, reportados por el INE en 2011 (INE, 2020), y el porcentaje de la población que ha incorporado BPA. Esta acción ha logrado impactar apenas al 5.96 % del total de este tipo de productores y alrededor de 58 110.2 ha del total de 1 162 204 ha de superficie destinadas a la producción de infrsubsistencia. Además, esta equivale únicamente al 5.54 % de la superficie de agricultura anual en categoría de sobreuso del suelo.

Las acciones que impulsa este ministerio en torno al recurso del suelo reflejan intervenciones diversas: algunas son incompatibles entre sí y, en gran parte, ocurren de manera descoordinada, pues responden a orientaciones cortoplacistas y ligadas a los intereses electorales de los partidos en el poder. Además, la información al respecto es publicada de forma inconsistente, poco confiable e incluso con falta de coherencia. Lo que resulta claro y difícil de refutar con la realidad predominantemente precaria es que este ministerio se ha politizado al extremo que el grueso de los recursos de los contribuyentes es dilapidado en función de intereses partidarios perversos que cambian cada cuatro años.

El enfoque de trabajo anterior desvirtúa el contenido de algunos de los instrumentos que formalmente ha emitido el MAGA. Entre estos, destacan el *Plan para activar y adecuar la política de desarrollo rural integral* (Gobierno de Guatemala, 2014), el *Plan de capacitaciones de promotores rurales del sistema local de extensión rural* y la *Estrategia nacional para el desarrollo de la producción orgánica y agroecológica de la República de Guatemala 2013-2023* (MAGA, 2013a). En materia de acceso a la tierra, en el 2017 se propuso la iniciativa de ley que busca aprobar una Ley de Tierras. Esta pretende la creación de un Departamento Agrario Nacional con acciones en los ámbitos de regularización, otorgamiento de tierra, reestructuración de la tenencia de la tierra, indemnización y aspectos legales de propiedad respecto a la tierra (Congreso de la República de Guatemala, 2017).

Por otro lado, el sector agropecuario impulsó la Política Ganadera Bovina Nacional, que incluye elementos para mitigar impactos ambientales a través de algunas iniciativas, tales como los modelos silvopastoriles, la protección de afluentes de agua y la recuperación de suelos degradados, estrategias de manejo estacional del alimento, entre otras (MAGA, 2012). En sus contenidos, esta última política deja clara la intención de reducir la producción extensiva, limitando su expansión horizontal hacia áreas forestales.

Es pertinente destacar también las respuestas respecto a la contaminación por el consumo descontrolado de insumos agrícolas. La débil presencia del MAGA a nivel nacional impide la posibilidad de regular el uso de agroquímicos y de incidir en su correcta aplicación, vía la capacitación. Se necesita un proceso para fortalecer sistemáticamente el sector a largo plazo en este ámbito. Otras instancias de gobierno deberían tomar cartas en el asunto para garantizar la erradicación del contrabando de agroquímicos que ingresan ilegalmente al país.

Finalmente, se podría decir que los esfuerzos que aquí se han resumido dan indicios de insuficiencia, falta de pertinencia y de sentido de largo plazo. Sobre todo, persiste la sensación de que no hay rendición de cuentas, pues los contrapesos estatales no existen o no funcionan. Este proceder deficiente queda, de manera recurrente, en la impunidad. Edificar un sector agropecuario, que además de ser de alto valor, también contribuya a conservar y revitalizar los territorios, requiere de tecnologías adecuadas, procesos rigurosos de capacitación y seguimiento a productores, acompañamiento financiero e infraestructura. Mientras estos elementos no operen sinérgicamente y tengan sentido de largo plazo, no se dará un salto hacia la sostenibilidad del bienestar en su sentido integral.

4.5 Impactos

A pesar de la escasa información generada y disponible respecto al estado de los suelos (y las tierras en general), a partir de los indicadores analizados anteriormente es posible evidenciar que existe una sobreexposición a la degradación, inducida por distintas dinámicas y actividades de uso. Este estado de degradación se correlaciona con la pérdida de capacidad productiva, la degradación de funciones ecosistémicas, el arrastre de sedimentos a cuerpos de agua, cambios del paisaje y el incremento de los riesgos a desastres por causas naturales y humanas. Algunos de estos impactos se analizan detalladamente a continuación.

4.5.1 Subsistema económico

La tierra, principalmente aquella vinculada al agro (incluyendo agricultura, ganadería y silvicultura), tiene una relevancia significativa para la economía guatemalteca. La evidencia de ello es reportada en la Cuenta Ambiental de Agricultura¹⁹ del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE)²⁰ de Guatemala, que destaca que los usos de la tierra destinados a la producción de cultivos contribuyeron, en 2017, en torno al 9 % del PIB total. Por su parte, la ganadería representa alrededor del 2 %, el mismo porcentaje que otros productos agrícolas, forestales y pesqueros combinados. En total, estas actividades productivas representan alrededor del 12 % del PIB en dicho año. Además, en ese mismo año, los usos de la tierra para cultivos de exportación representaron el 40 % de las exportaciones del país; solamente la industria del café aportó el 1.6 % del PIB en Guatemala. No obstante, también es verdad que, debido a este sector, se ha ampliado la demanda de tierras y otros recursos naturales, como el agua, generando tensiones con otros actores (campesinos de

¹⁹ La Cuenta Ambiental de Agricultura es un marco que describe la relación entre el medioambiente y la producción agrícola. La cuenta busca comprender la contribución del medioambiente natural en las actividades agrícolas (Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología y Programa de Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios de los Ecosistemas, 2019).

²⁰ El SCAE proporciona un marco para medir el vínculo entre el medioambiente y la economía, las existencias de activos de capital natural y sus cambios. El SCAE es la metodología para hacer operativo el concepto de «contabilidad de capital natural». Adoptada en febrero de 2012 como una norma estadística internacional por la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas, el SCAE reúne información económica y ambiental utilizando un conjunto acordado de conceptos, definiciones, clasificaciones, reglas contables y tablas estándar para producir estadísticas y cuentas comparables internacionalmente (INE *et al.*, 2013).

pequeña escala) y sectores (forestal, de protección y conservación de biodiversidad).

Pero, más allá de este enfoque productivista, las tierras también sostienen usos destinados a la conservación y generación de servicios ambientales de los ecosistemas que, fuera del valor económico que en algunas ocasiones se suele asignar, es innegable que ofrecen bienes y servicios que son garantes de la vida en todas sus formas. Este hecho debe ser reconocido firmemente en la actualidad, pues tales ecosistemas se convierten en la principal defensa ante los impactos del cambio y la variabilidad climática.

A. Incremento de los costos de reemplazo.

Se ha destacado que el patrón de producción y exportación actual es insostenible para el bienestar del país a largo plazo, puesto que el acceso, disponibilidad y explotación de los recursos tiene un límite. El suelo, por ejemplo, es un recurso no renovable, cuya presencia constituye un límite para la expansión agrícola (Steffen *et al.*, 2015). Los procesos de degradación a los que está expuesto el suelo, como la erosión (química, física o biológica), se traducen en costos productivos permanentes de reemplazo a partir de fuentes exógenas (Alfsen *et al.*, 1996; Cotler *et al.*, 2011; Grossmann, 2012).

Asimismo, los costos para poder aportar los nutrientes necesarios para la producción agrícola nacional han sido crecientes históricamente; para el 2015, alcanzaron un valor de 315.05 millones de dólares estadounidenses²¹. Entonces,

dependiendo del grado de deterioro de los suelos, así es la pérdida de la capacidad productiva.

B. Pérdida de productividad. A pesar de que la pérdida de la capacidad de la tierra para brindar servicios ecosistémicos pone en riesgo el sostén de la producción de interés económico, no existen estimaciones sistemáticas sobre su impacto social y ambiental. Al respecto, solo hay algunas estimaciones ocasionales y parciales. En 2009, se reportaron costos referentes al control de la erosión, pérdida productiva de suelos y captura de carbono (carbono liberado y el costo de captura de esos niveles), por un monto de 2919.4 millones de quetzales durante el período 1991-2003 (Banguat e Iarna, 2009).

Cotler *et al.* (2011), en un intento por estimar la magnitud de la pérdida física del suelo sobre la producción agrícola, evaluaron el costo en términos de disminución de la productividad y de nutrientes. Utilizando la metodología expuesta²², se estimó la reducción bruta del rendimiento por hectáreas para Guatemala en 2012, lo que resultó entre 1076 millones y 2152 millones de quetzales para cultivos anuales (promedio de 1614 millones), y de 1132 millones a 2265 millones de quetzales (media de 1699 millones) para cultivos permanentes. Lo anterior corresponde a 3313 millones de quetzales del costo de la erosión del suelo en términos de la pérdida bruta por reducción de la productividad²³.

A nivel mundial, se estima que por lo menos el 40 % de la superficie agrícola ya presenta

²¹ Los datos de importación de fertilizantes en el país se describen en la tabla 6.

²² Este ejercicio consiste en la evaluación monetaria de la pérdida de productividad, relacionando la tasa de erosión observada con pérdidas de productividad del suelo. Asimismo, estima el valor del producto o productos perdidos a precios de mercado para el año de referencia. La pérdida de producto es asociada a la pérdida de suelo en centímetros en el sitio, en dos escenarios conservadores y un valor crítico de los extremos del rango de pérdida estimado en el *Informe de diagnóstico de la degradación de suelos e impacto de los programas de conservación de suelos en México* (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2007).

²³ El valor económico discutido anteriormente se obtuvo mediante la determinación de la reducción del rendimiento para una base de datos de 144 productos registrados en las estadísticas del sector agropecuario de la Sección de Cuentas Nacionales de Banguat (serie de años 2001-2014, área producida, volumen producido y precio) en ese mismo año, y la información de pérdida de centímetros de suelo equivalentes al cálculo para cada categoría de uso de los suelos en estado de sobreuso de la tierra. Para el efecto, se utilizó el mapa de uso del 2012 y el mapa de intensidad de uso de la tierra del 2019 (Gimbot, 2014; Iarna, 2015; UIE y Iarna, 2019). Se destaca que los datos presentados corresponden a estimaciones brutas, puesto que la metodología indica que es necesario comparar (promediar) el valor con el de un escenario asociado a alguna tasa de erosión de referencia (nula o natural), ya que el método compara la distancia entre ambos valores.

serios impactos de productividad debido a la degradación de los suelos (Cotler et al., 2020). Si, además, se supone que apenas los primeros veinte centímetros de profundidad son considerados la capa arable²⁴ (capa cultivable de los suelos), la pérdida física del suelo significa la reducción del área potencialmente productiva. No es necesario que afloren las capas más profundas de la tierra para que los suelos sean inviables para la producción agropecuaria; simplemente basta con reducir la profundidad a menos de veinte centímetros. En este sentido, al considerar que se ha estimado un promedio anual de pérdida de suelo de 0.65 centímetros/hectárea/año en áreas en sobreuso de la tierra (en 2012), y que la degradación por erosión ha sido creciente en las últimas décadas, el escenario futuro es alarmante para uno de los sectores socialmente más importantes del país.

C. Pérdida de capacidad productiva y contaminación. Otro impacto económico ocasionado por la degradación de los suelos agropecuarios y la consecuente disminución de los rendimientos y la calidad de los cultivos está asociado al uso extendido y el frecuente consumo de insumos químicos. Es decir, se trata de un doble problema. La FAO (2018) destaca la contaminación por el uso desmedido de insumos agrícolas como un impacto de trascendencia mundial, tanto en el medioambiente como en la salud humana. También considera que su prevención debería ser una prioridad para el sector productor vía la exploración de sistemas de producción que prioricen la conservación y regeneración de los suelos, así como sistemas menos intensivos en el uso de productos químicos y más sostenibles en el tiempo (considerando los factores degradativos ya discutidos). Para eso, señala, los gobiernos deben desplegar, tanto su rol promotor para los pequeños productores, como su rol regulador para los grandes productores: ambos son generadores de impactos ambientales que corren en sintonía con el tamaño de las unidades de producción.

Según la *Evaluación del Programa de Fertilizantes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)*, el empleo de fertilizantes a lo largo de doce años (período 2000-2012) no ha tenido un efecto positivo en el rendimiento de maíz y frijol, y ha significado enormes pérdidas económicas para el país. El estudio estimó que, en el caso del maíz, el empleo de este insumo no tuvo influencia estadísticamente significativa en el incremento del rendimiento. Esto resultó en una relación beneficio/costo de Q0.98, lo que indica que por cada quetzal que se destinó, en 2011, no se llegó siquiera a recuperar la inversión; lo anterior ha resultado en una transferencia muy costosa del valor del programa a los productores (6.6 millones de beneficiarios). El frijol experimentó una baja del rendimiento altamente significativa: por cada quetzal que se invirtió, se perdió más del doble (-Q2.26), siendo la pérdida por hectárea en promedio de Q551.18. Si se supone que cada productor contaba con una hectárea de terreno (en promedio), la suma de la pérdida ascendía a Q337 838 064.48 para ese año (Iarna y Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala [Fausac], 2013).

A pesar de que estas estrategias, orientadas únicamente al uso de productos químicos bajo esas condiciones, no contribuyen a incrementar los rendimientos y, por el contrario, representan su disminución para una población ya vulnerable, la importación de los insumos agrícolas en el país continúa en tendencia creciente (INE, 2011, 2015). Este hecho estaría ligado a la utilización de fertilizantes, más allá de lo que sugiere un análisis propio de cada espacio sujeto a cultivo. La naturaleza del impacto radica en que la capacidad de reemplazo de los nutrientes (fertilizaciones químicas) tiene un límite.

Tanto la pérdida física de suelo, como la ya discutida dinámica de consumo de fertilizantes (por contaminación y cambios en las características químicas de esos suelos) contribuyen a la pérdida de materia orgánica y

²⁴ La capa arable es aquella capa superficial del suelo que el productor puede modificar a través de su manejo, con el fin de mejorar su ambiente productivo.

limitan la dinámica microbiológica (vital para su restauración). Lo anterior acelera la pérdida de la capacidad para retener e intercambiar los nutrientes (FAO, 2020; Lamenca, 2013). En la medida que los suelos reduzcan su capacidad de intercambio catiónico (CIC²⁵, fertilidad del suelo), se reduce la capacidad para sostener y hacer disponibles los nutrientes necesarios para producir, pudiendo existir presencia de nutrientes (naturales o introducidos), pero sin que los cultivos tengan la capacidad de hacer uso de estos.

4.5.2 Subsistema sociocultural

La tierra, en el contexto de Guatemala, también juega un papel fundamental desde el punto de vista sociocultural, principalmente desde aquellos usos vinculados a los medios de vida. La agricultura como actividad humana es dependiente del ambiente natural, en especial de la tierra y los nutrientes contenidos en los suelos, y emplea a la mayoría de las y los trabajadores del país. Según los datos de la *Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos* (INE, 2019), el 31.9 % de los trabajadores guatemaltecos estaban empleados en la agricultura, la caza y actividades relacionadas; asimismo, el 36.2 % de la población subempleada visible se ubicaba en un rango de quince años en adelante. Las actividades agrícolas temporales resultan clave para la generación de ingresos y el alivio de las necesidades alimentarias: por ejemplo, las actividades relacionadas a la agroindustria del café generaron, en el 2019, quinientos mil empleos, lo que representa casi el 9 % de la población económicamente activa.

En síntesis, los patrones actuales de producción insostenibles a los que están expuestas las tierras han conducido al agotamiento, degradación y contaminación de los suelos, hechos que limitan

el poder dar sostenibilidad a los procesos de desarrollo de estas poblaciones. Esto afecta, sobre todo, a los pequeños productores de cultivos permanentes, como el café, o bien a los productores de granos básicos para el consumo o venta de excedentes. En el caso del café, por ejemplo, la mayoría son pequeños productores en áreas rurales; siete de cada diez hogares en las regiones productoras de café viven en la pobreza, y dos de cada diez en la pobreza extrema (INE, 2019). Sin programas efectivos de conservación de suelos, estas condiciones marginales no podrán superarse.

A. La desigualdad y la pobreza. El uso de la tierra del país también está vinculado a fuertes procesos de desigualdad y pobreza. En este sentido, se destacan los usos de la tierra destinados a la agricultura campesina, explicados con anterioridad, lo que fortalece un círculo perverso de limitaciones que conduce a una profunda vulnerabilidad socioecológica y se ha reflejado en más pobreza, migración y desplazamiento, además de un creciente riesgo a la soberanía alimentaria, con producciones y rendimientos cada vez menores. Algunos de estos hechos se reflejan en los registros nacionales de producción del período 2006-2015, siendo evidente que, a pesar de que la superficie ocupada para la producción de maíz y frijol ha crecido, los rendimientos son constantemente bajos o con tendencia a disminuir (ver tabla 11 y tabla 12). El cultivo de frijol ha obtenido un crecimiento en rendimiento de 9.01 % y el cultivo de maíz, una reducción de casi el 20 % (ver tabla 11), hecho que también induce a pensar que la necesidad por alimento presiona a tal grado, que se recurre a la expansión de superficies cultivadas poco productivas como única alternativa (MAGA, 2011, 2016).

²⁵ La capacidad de intercambio catiónico (CIC) estima los sitios de carga de las arcillas, tanto las cargas permanentes como las dependientes de pH. Estos sitios de intercambio retienen a los cationes por fuerzas electrostáticas. Básicamente, se trata de la capacidad del suelo para retener ciertos elementos, ya sea por almacenamiento propio o luego de un proceso de fertilización, y de liberarlos para entregarlos a las plantas (MAGA, 2013c). La CIC es un indicador indirecto de la capacidad amortiguadora de los suelos en función de la cantidad y tipo de arcilla (FAO, 2020).

Tabla 11

Superficie cosechada (miles de hectáreas), producción (tonelada métrica) y rendimiento (tonelada métrica por hectárea) de los cultivos de maíz y frijol en Guatemala. Períodos 2006-2007 y 2014-2015

Años	Maíz (miles)			Frijol (miles)		
	ha	tm	tm/ha	ha	tm	tm/ha
2006-2007	577	1490	2.58	220	188	0.86
2014-2015	876	1819	2.08	254	236	0.93
Crecimiento 2006-2014 (%)	51.80	22.08	-19.56	15.45	25.55	9.01

Fuente: datos tomados de MAGA (2011, 2016)

B. La combinación de bajos rendimientos con tierras degradadas.

La superficie cultivada no corresponde con los aportes a la producción total nacional, cuestión que se explica por la marginalidad productiva inducida, especialmente a causa de lo inadecuado de los suelos (tierras en categoría de sobreuso). En específico, no porque ciertos departamentos tengan las mayores superficies cultivadas son los que más aportan a la producción nacional, tal como se ha indicado ya en la edición 2008-2009 del *Perfil ambiental de Guatemala*. Por ejemplo, los datos del MAGA (2016) mostraban que la mayor superficie cosechada de maíz estaba concentrada en los departamentos de Petén (18.4 %), Alta Verapaz (13.1 %) y Quiché (8.1 %); mientras que la producción representaba el 18 %, 10 % y 8 %, respectivamente. A la vez, estos departamentos no solo corresponden a los territorios con mayor superficie en categoría de sobreuso, sino que también a las mayores superficies de producción de agricultura anual bajo esta misma categoría de intensidad de uso de la tierra en el país. Este

hecho se corresponde con la erosión, ya que entre más sobreuso, más erosión.

En definitiva, la utilización de tierras degradadas por sobreuso (una situación continua y sostenida) ha impactado los rendimientos de los cultivos alimenticios de los que depende gran parte de la población nacional, principalmente los productores de infra y subsistencia (Vanek *et al.*, 2016). Destaca que estos rendimientos no solo son bajos, sino que están por debajo del contexto regional (ver tabla 12). Al compararse los rendimientos de los productores de maíz y frijol para alimento humano del país con aquellos registrados para la región mesoamericana y para países de América del Sur, se hace evidente el impacto que tienen las condiciones de producción a nivel nacional. Para el 2018, Guatemala registraba rendimientos tan solo por encima de la región mesoamericana en la producción de frijol; no obstante, respecto al maíz, presentaba el cuarto rendimiento de la región mesoamericana y el noveno de la lista de países comparados.

Tabla 12

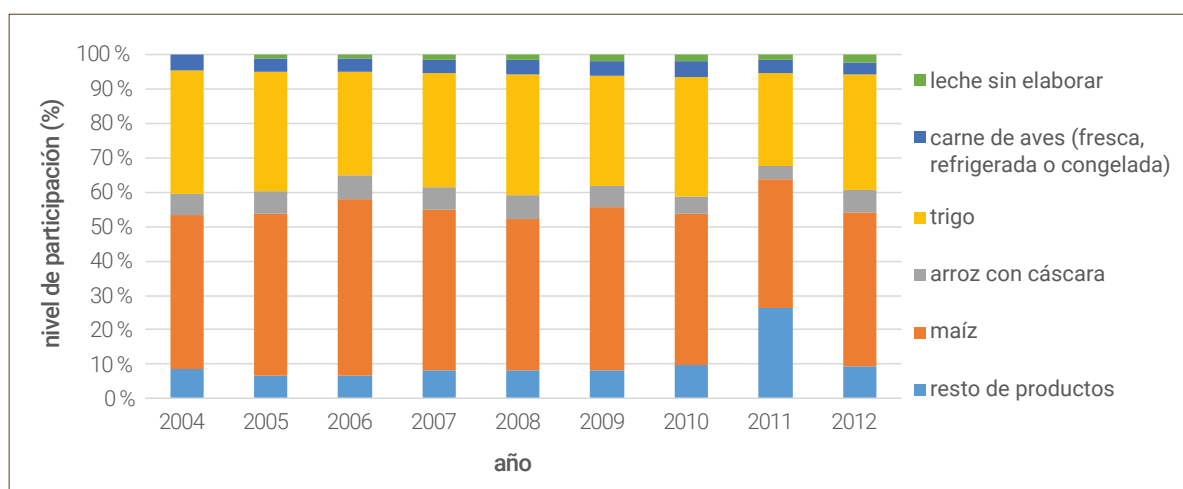
Rendimiento (t/ha) registrado para países de la región mesoamericana y América del Sur para cultivo de frijol y maíz (período 2010-2018)

País	Año								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Frijol (t/ha)									
Bolivia	1.31	1.97	0.96	1.03	0.99	1.34	0.98	1.27	1.32
Colombia	1.16	1.12	1.18	1.17	1.23	1.09	0.92	1.32	1.22
Perú	1.14	1.11	1.13	1.14	1.17	1.14	1.14	1.15	1.19
Brasil	0.92	0.94	1.03	1.03	1.03	1.08	1.01	1.09	1.03
Guatemala	0.89	0.90	0.91	0.93	0.94	0.95	0.98	0.97	0.97
El Salvador	0.70	0.66	0.92	0.98	0.99	0.85	0.97	0.96	0.95
América Central	0.68	0.72	0.76	0.79	0.76	0.72	0.77	0.74	0.75
México	0.71	0.63	0.69	0.74	0.76	0.62	0.69	0.73	0.75
Maíz (t/ha)									
Brasil	4.37	4.21	5.01	5.25	5.18	5.54	4.29	5.62	5.10
México	3.26	2.91	3.19	3.19	3.30	3.48	3.72	3.79	3.81
Ecuador	2.23	1.67	2.73	2.37	3.43	4.47	3.56	4.00	3.62
Colombia	2.72	2.86	2.91	2.82	3.57	3.67	3.07	3.50	3.55
Perú	3.10	3.19	3.31	3.27	3.16	3.40	3.25	3.41	3.44
Bolivia	2.79	2.48	2.85	2.14	2.17	2.39	2.50	2.25	2.73
El Salvador	3.03	2.82	3.26	2.95	2.61	2.51	3.04	3.19	2.53
Panamá	1.40	1.86	2.02	2.36	2.56	1.56	2.17	2.18	2.17
Guatemala	1.99	2.00	2.03	2.08	2.09	2.11	2.15	2.15	2.16
América Central	1.89	2.00	2.09	2.07	1.99	1.82	2.05	2.02	1.95

Fuente: elaboración propia con base en datos de FAO (2019)

C. Menor capacidad de provisión de alimentos. El hecho de que la mayor parte de la superficie utilizada para la producción de alimentos (agricultura anual) se encuentre en las tierras con capacidades más limitadas y zonas vulnerables, implica un riesgo creciente para la soberanía alimentaria del país y el bienestar humano, lo cual afecta, principalmente, a los productores de pequeña escala que dependen de su propia capacidad productiva (Vanek et al., 2016).

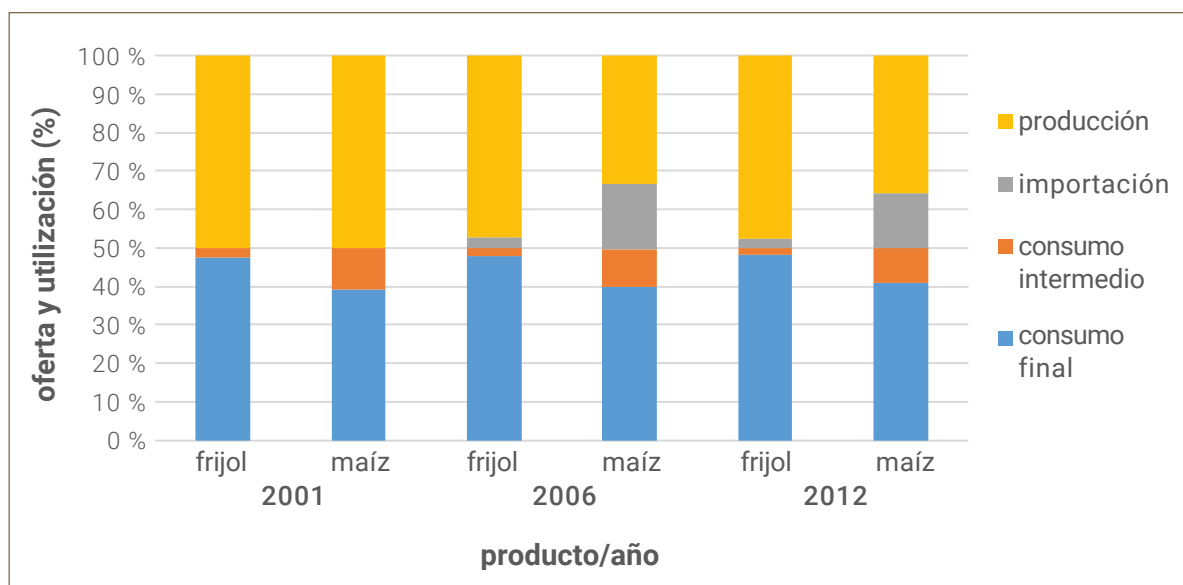
Lo anterior se refleja en la creciente incapacidad del país de producir sus propios alimentos, dependiendo cada vez más de las importaciones para cubrir las demandas de la industria y de la población. Destaca que en el período 2004-2012, el 85 % de las importaciones se concentró en tres cereales, entre los que sobresale el maíz, un cultivo que, como se ha analizado anteriormente, presenta un rendimiento bajo que tiende al descenso (ver figura 1).

Figura 1
Participación de los distintos productos agrícolas en las importaciones (% del total físico). Período 2004-2012


Fuente: elaboración propia con base en datos de Banguat (2015)

Mientras que, en 2001, el 100 % de la demanda interna del país de maíz y frijol era satisfecha por la producción nacional, para el 2012, la producción nacional solamente pudo suplir el 72 % de la

demanda de maíz y el 95 % de frijol. Lo anterior representó el 87.63 % y 98 % de la demanda de maíz y frijol de los hogares²⁶, respectivamente (ver figura 2).

Figura 2
Dinámica de la oferta y utilización (%) de maíz y frijol en Guatemala (2001, 2006 y 2012)


Fuente: elaboración propia con base en datos de Banguat (2015)

²⁶ Cabe resaltar que los hogares son los principales demandantes de estos productos alimenticios (82 % de la demanda de maíz y 95 % de frijol).

Las dinámicas sobre la producción, procedencia y destino de productos agropecuarios descritas anteriormente evidencian los impactos del desplazamiento y la marginación de los procesos internos de producción de alimentos. Asimismo, al considerar que la calidad de los suelos determina fuertemente la productividad agrícola (Bullock *et al.*, 2017) y, con ello, los ingresos familiares, se puede inferir una creciente vulneración de las poblaciones más pobres y un riesgo latente en el país, en términos de la soberanía alimentaria y nutricional (Vanek *et al.*, 2016). Se precisa que estos hechos sean adecuadamente ponderados y se revitalice una política pública nacional encaminada a dotar de las condiciones necesarias para que estos productores puedan producir alimentos de manera estable en el largo plazo.

D. Desastres siconaturales. Los continuos procesos de deterioro de la tierra también han impulsado desastres siconaturales que están estrechamente vinculados a las inadecuadas formas de ocupación y expansión de los usos del suelo. Los procesos de desplazamiento de comunidades (también dedicadas a la producción de agricultura anual) se ven reflejados en la concentración de poblaciones en la periferia de la ciudad de Guatemala. El 39 % de la población urbana del país vive en barrios marginados, asentamientos informales y en condiciones precarias (Augustin *et al.*, 2018).

Este contexto permite vincular la creciente ocupación de zonas vulnerables con el riesgo ascendente de eventos desastrosos que afectan a personas y medios de vida. Históricamente, los eventos naturales han derivado en pérdidas humanas, materiales, ambientales e incluso en el cambio del paisaje. Al desencadenarse alguna de las amenazas naturales que se ciernen sobre el país y hacer sinergia con la vulnerabilidad sistémica nacional, se alcanzan fácilmente niveles de desastre, situación que se ha vuelto recurrente y que evidencia las consecuencias de los modelos de desarrollo del país. Entre estos eventos desastrosos, destacan los movimientos de tierra, como los deslizamientos y deslaves.

Al revisar la base de datos histórica del sistema de inventario de efectos de desastres para el período entre 1988 y 2018, respecto al movimiento de la tierra asociado a desastres, es posible percibir el incremento de la frecuencia de eventos con pérdida de vidas humanas, número de afectados e infraestructura afectada, desde el 2000. A partir de ese año, las actividades humanas (erosión de tierras, negligencia en la ocupación de espacios) han tomado mayor relevancia como causa principal de deslizamientos, registrando el segundo y tercer mayor número de muertes, heridos y desaparecidos durante los deslizamientos. En el 2015, se registró el evento con mayor coste de vidas humanas por el deslizamiento de tierras, que corresponde al desastre sucedido en El Cambray (Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente [OSSO], 2018). Los datos muestran que en los últimos dieciocho años, ha incrementado la ocurrencia de desastres, pero también se ha experimentado y documentado una limitada capacidad de sobreponerse a situaciones extremas, tanto para la población más vulnerable, como para los componentes naturales sujetos a degradación (OSSO, 2018).

4.5.3 Subsistema institucional

A. Efectividad institucional y pérdida de credibilidad (-). A nivel institucional, la situación relatada en este capítulo es crítica para todas las dimensiones de la realidad nacional. A juzgar por la envergadura de los riesgos relatados, la mayoría de las instituciones han dejado de tener credibilidad y la ingobernabilidad tiende a incrementarse en los territorios. El desamparo sistémico generado por carencias o ausencia de gestión de la tierra en el que se mantiene todo el territorio nacional se ve reflejado, por un lado, en los diferentes indicadores o señales del deterioro ambiental, presentados en este capítulo; por otro, en la falta de procesos de gestión efectivos relacionados con la tierra y los suelos. No solo hace falta información actualizada para analizar el estado verdadero de las cosas en materia de tierras y suelos, sino que se carece de capacidades con la escala suficiente para gestionar e invertir en procesos de conservación y restauración de tierras y suelos.

B. Vacíos de gestión (-). Los ámbitos de gestión más débiles están ligados a la supervisión en toda la cadena de custodia de los plaguicidas; su venta es prácticamente libre. El riesgo, tanto para el ambiente como para la salud humana, no es adecuadamente gestionado. El uso de plaguicidas ocurre en un régimen de alta ignorancia, que abarca tanto al productor como al consumidor. Se precisa, en consecuencia, un marco legal al respecto, más consistente con la realidad actual.

C. Trabajo reactivo (-). A pesar del enorme potencial y el elevado número de beneficios que generan actualmente las tierras con importantes ecosistemas en un buen estado de conservación, dentro y fuera de áreas protegidas, el trabajo para asegurar su permanencia es reactivo y está rebasado por las dinámicas de agotamiento, deterioro y contaminación. Se requiere de una estrategia extraordinaria y proactiva de inversiones para nivelar capacidades y con ello asegurar el éxito de los objetivos de conservación e, incluso, restauración.

4.5.4 Subsistema natural

A. Erosión. Uno de los impactos más relevantes en el contexto del análisis de las tierras es la pérdida física de los suelos, puesto que su erosión contribuye a la reducción o pérdida total de su capacidad ecosistémica para sostener a la vegetación en general (Verstraeten y Poesen, 2002). La erosión implica la pérdida de la materia orgánica de los suelos, lo que limita sus funciones ecosistémicas y capacidad de resiliencia, la cual incluye la capacidad de amortiguación de los contaminantes (Bouma, 2009), la preservación y restauración de la calidad del agua (Aguilar y Bautista, 2011), la reserva para la macro y microdiversidad biológica (Lehmann y Stahr, 2010) y la fijación y reserva de carbono (FAO, 2017).

Así también, la erosión implica impactos para otros recursos. Según Lü *et al.* (2007), los ecosistemas menos alterados, en general, tienen mayor capacidad de conservación de sus nutrientes. Mientras, en suelos deteriorados, la

erosión es acompañada de grandes cantidades de nutrientes que son transportados fuera del sistema, degradando los sitios de erosión e incluso provocando problemas de contaminación en otros suelos y el agua que reciben estos nutrientes.

Las estimaciones de erosión indican que, para el 2009, la pérdida de suelos fue de 15.07 millones de toneladas a causa de la deforestación, lo que contribuyó a la liberación de 368 622 243 toneladas de dióxido de carbono por encima y por debajo del suelo en ese mismo año (Banguat e Iarna, 2009). Para el 2015, la erosión potencial anual estimada era de 568 438 756.9 toneladas (lo que requeriría 47.4 millones de camiones de doce toneladas para transportarse), de las cuales el 91.61 % corresponde a suelos intervenidos, categorizados en sobreuso (64.62 t/ha/año), lo que equivale a la pérdida de 0.65 centímetros de suelo por hectárea. Asimismo, la erosión potencial en estas tierras sobreutilizadas (cuatro t/ha/año) es catorce veces mayor que en aquellas que están siendo utilizadas adecuadamente o cuarenta y nueve veces más que las tierras subutilizadas (1.1 t/ha/año) (Iarna, 2015; UIE e Iarna, 2019).

Esta información es relevante al considerar que, por un lado, estos suelos son destinados a la producción de alimento, y por otro, que el suelo que es posible ver hoy, es todo el suelo que hay. Por ejemplo, la pérdida de un centímetro de suelo por hectárea equivale a cien t/ha de suelo perdido: se necesitan aproximadamente mil años para formar un centímetro de capa arable superficial. Esto significa que no es posible producir más suelo en el transcurso de una vida humana (FAO, 2018).

B. Pérdida de materia orgánica por erosión.

Otro de los impactos está relacionado con la pérdida de materia orgánica, producto de la erosión, que cobra importancia debido a la cadena de propiedades que se pierden con su degradación, así como su carácter acumulativo. Este impacto se traduce en una menor capacidad de soporte de agregados, nutrición y disponibilidad de agua hacia las plantas, lo cual merma la capacidad del

sistema natural (Cotler *et al.*, 2020). De acuerdo con Pimentel *et al.* (2005), la pérdida de materia orgánica incrementa la susceptibilidad a la erosión, ya que se pierde la capacidad de estabilización de los agregados y, de esta forma, aumenta la carga de sedimentos a los cuerpos de agua. Como consecuencia, el suelo no solo pierde nutrientes, sino que también su capacidad para poder retener e intercambiar dichos nutrientes, reduciendo su disponibilidad para otros seres vivos (FAO, 2020; Lamenca, 2013).

C. Erosión y la pérdida de diversidad biológica.

Los suelos son uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza y uno de los hábitats más diversos de la tierra. Albergan una cuarta parte de la biodiversidad del planeta, principalmente en la parte que contiene materia orgánica, en los primeros centímetros de profundidad (FAO, 2015). En Guatemala, estudios semidetallados de los suelos en los departamentos de Sololá, Sacatepéquez y Chimaltenango indican que el contenido de carbono orgánico²⁷ en los primeros horizontes es bajo en el 56.2 %, 86.32 % y 87.1 % de los casos, y alto en apenas el 3.4 %, 0.1 % y 0.04 %, respectivamente para cada departamento (MAGA 2013b, 2013c; MAGA *et al.*, 2010).

Por lo tanto, la pérdida de profundidad del suelo significa la reducción de la mayor proporción biológicamente activa de los ecosistemas. No es necesario perder el 100 % de la profundidad de los suelos, ya que la reducción de los primeros veinte centímetros resultaría en la pérdida de la mayoría de las capacidades de estos suelos. La pérdida de suelo también afecta las relaciones simbióticas y benéficas con las plantas y facilita el desarrollo exponencial de poblaciones patógenas de microorganismos en zonas de cultivo (Tian

et al., 2015). Los microorganismos que habitan en el suelo también tienen un importante rol en la descomposición de materiales orgánicos y en los ciclos bioquímicos de los nutrientes, particularmente en la transformación y ciclo del nitrógeno (Cusack *et al.*, 2011).

D. Erosión y estado de los cuerpos de agua.

La erosión también implica que los suelos están siendo transportados hacia los cuerpos de agua, lo que conduce a altos niveles de eutrofización. Según el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) (2016), la erosión hídrica es un problema asociado a la calidad de los ecosistemas acuáticos, puesto que afecta a los cuerpos de agua, azolvados por la llegada de una fuerte carga de sedimentos en sus lechos. Este problema se evidencia en el lago de Atitlán, el lago de Izabal e incluso en el río Motagua (cuya cuenca ocupa cerca del 30 % del espacio territorial). Datos registrados en el río Villalobos (la mayor fuente de abastecimiento del lago de Amatitlán) indican que la conductividad eléctrica²⁸ del agua ha incrementado, pasando de 580-730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2014 a 570-770 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en 2015: esto indica un aumento en la cantidad de sólidos (hasta 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en promedio) que están llegando al lago de Amatitlán procedentes del río Villalobos.

Entre los datos sobre la calidad de agua de los cuatro grandes lagos (Atitlán, Petén Itzá, Izabal y Amatitlán), se registraba turbidez de 23.8 NTU²⁹ y un contenido de sustancias orgánicas e inorgánicas disueltas dentro del agua superior a los límites aceptables de 5-15 NTU (que corresponden a 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, por lo tanto, son niveles de turbidez muy elevados para la conductividad registrada) y 400 mg/L de sólidos totales disueltos (TDS), según la norma Coguanor 29001 (MARN, 2016).

²⁷ El carbono orgánico de los suelos es el principal integrante de la materia orgánica que conforma estos.

²⁸ Se utiliza la conductividad eléctrica como un indicador de erosión de suelos o de contenido de sedimentos en el agua (producto de erosión), pues es una señal de ingreso de fuentes de nutrientes inorgánicos, además de su relación con las concentraciones relativas de los iones cloruro, sulfato y potasio, presentes en sedimentos de orgánicos (suelo o contenidos en este) (Agudelo *et al.*, 2013). Este indicador es considerado como una de las variables que mejor discriminan la calidad del agua.

²⁹ La NTU (acrónimo en inglés de *nephelometric turbidity unit*) es la unidad en la que se mide la presencia de partículas en suspensión en el agua, indicando que, entre más presencia de sólidos se encuentre en suspensión en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez.

El incremento de los valores de estos indicadores se considera evidencia de los efectos de la erosión de los suelos sobre los cuerpos de agua, los cuales representan los sólidos de materia suspendida que es transportada por los ríos. Al registrarse un incremento de estos parámetros, se puede inferir, por un lado, mayores volúmenes de suelo erosionado y de sedimentos en cuerpos de agua, y por el otro, un proceso acelerado de eutrofización artificial, ya que los niveles altos de turbidez limitan la penetración de la luz solar en el agua, lo que restringe el crecimiento de algas y plantas acuáticas. Esta situación también ha contribuido a la reducción de la presencia de vida acuática en el país.

E. Contaminación

Contaminación por fertilizantes. Uno de los servicios ecosistémicos que brindan los suelos está asociado al hecho de que actúan como filtro y amortiguador de contaminantes. Esta capacidad se ve reducida en condiciones de degradación, facilitando que los contaminantes se filtren (FAO, 2018). Este problema es considerado como una de las mayores amenazas ambientales y ha llegado a representar el octavo mayor problema en América del Norte y América Latina (FAO e ITPS, 2017).

A pesar de que la contaminación puede ser de origen natural, la mayoría de los contaminantes son de origen antropogénico (Venuti *et al.*, 2016), impulsados por factores como la intensificación del uso de insumos agrícolas y veterinarios en el sector agropecuario, la generación y mal manejo de desechos y el crecimiento urbano (Kumar y Subodh, 2015; Rodríguez-Eugenio *et al.*, 2018; Zhang *et al.*, 2015). En el contexto guatemalteco, es posible inferir que el uso desmedido de fertilizantes contribuye a la adición de sales al suelo y a la acumulación de metales pesados u otras sustancias contaminantes (Guo

et al., 2010; Narváez *et al.*, 2012; Niemeyer *et al.*, 2017). Como consecuencia, los suelos se pueden acidificar³⁰ o salinizar y la estructura de sus comunidades microbianas se ve alterada, con lo cual se desequilibran los ciclos de nutrientes (Guo *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2014; Lu y Tian, 2017). Los excesos conducirían a la acumulación de nitratos que, sobre ciertos niveles, llegan a ser tóxicos y, al igual que el exceso de fósforo, son transportados con una alta facilidad a través de los suelos (Lu y Tian, 2017; Stork y Lyons, 2012).

Contaminación por pesticidas. La fuente de contaminación más frecuente en el mundo es el uso inadecuado de plaguicidas, con un costo ambiental significativo (Aktar *et al.*, 2009). A pesar de que algunos factores naturales contribuyen a su degradación, la persistencia, comportamiento y movilidad de estos compuestos son variados y dependientes de las propiedades específicas de cada ingrediente activo. Plaguicidas que exhiben un comportamiento hidrofóbico, persistente, acumulable y bioacumulable están fuertemente ligados al suelo: por ejemplo, el DDT y otros organoclorados, endosulfán, endrina, heptacloro y sus productos transformados. Muchos de estos están prohibidos en la agricultura, pero sus residuos todavía siguen presentes (IRET, 2018; PAN, 2018).

Datos de FAO (s. f.) señalan que, en Guatemala, se mantiene un elevado nivel de uso de plaguicidas. Destaca el empleo de productos con ingredientes activos con alto potencial tóxico, tales como Paraquat, Diquat (del grupo de bipiridilos), Mancozeb y Maneb (del grupo de ditiocarbamatos) y 2,4-D (del grupo ácido fenoxiacético). Según datos técnicos de uso, movilidad, persistencia en el suelo, solubilidad, toxicidad y ecotoxicidad, este grupo presenta de moderada a alta ecotoxicidad. Los anteriores registros suponen un alto riesgo de acumulación de estos químicos en los suelos (IRET, 2018; PAN, 2018).

³⁰ Según Guo *et al.* (2010), el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados es una de las causas principales de la acidificación antropogénica de los suelos agrícolas en China, siendo diez a cien veces mayor que el efecto asociado con la lluvia ácida. Así también, de acuerdo con Fox *et al.* (2007), el uso excesivo de nitrógeno provoca acidificación del suelo, lixiviación de calcio y magnesio, lixiviación de nitrato e incrementa la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera (Kanter, 2018).

La contaminación por pesticidas no se limita únicamente a la agricultura. En el caso del sector pecuario, la presencia residual de los productos, subproductos biológicos y veterinarios representa un problema de contaminación del suelo. Por ejemplo, cuando no se hace un manejo adecuado de estas operaciones, el estiércol y la orina de los animales pueden contener parásitos y residuos de antibióticos que son altamente persistentes y se acumulan en los suelos (Zhang *et al.*, 2015).

4.5.5 Síntesis de la situación actual y tendencias

Las tierras del país mantienen continuos y profundos procesos de degradación vinculados a la creciente demanda de bienes y servicios, producto de diferentes modalidades e intensidades de uso que incluyen actividades económicas del sector primario, secundario y terciario, así como el urbanismo y otros usos propios de la vida en sociedad. La información más reciente sobre el uso de la tierra (Digegr, 2021) muestra que el espacio territorial guatemalteco cuenta con una cobertura de tierras forestales de 27.9 %. Los territorios agropecuarios se aproximan a un 45.5 % y los medios naturales variados (arbustales, sabanas, terrenos con árboles dispersos y otros) ocupan poco más del 16.1 % del territorio. El resto de la superficie corresponde a uso urbano (no más del 2 %), agua y humedales (7.3 %) y otros usos menores (que no rebasan el 2 %).

Las tendencias muestran que la cobertura boscosa se reduce significativamente, mientras crecen usos agrícolas y ganaderos. Respecto a los usos agrícolas, hay que notar que entre la agricultura anual y la agricultura permanente se dan variaciones opuestas. Mientras la primera se ha visto reducida, la agricultura permanente (de exportación) se incrementa. Esta última situación gana relevancia al considerar que el sector de la agricultura anual se concentra principalmente en la producción de alimento bajo condiciones limitadas, que condicionan su productividad y su éxito en general. Asimismo, los actores del sector

están sujetos a procesos de desplazamiento, derivados de fuertes tensiones con usos de la tierra más intensivos bajo el control de actores con mayor poder político y económico (PNUD, 2016).

Las tasas de pérdida bruta de cobertura forestal durante el período 2010-2016 fueron de 3.3 % a nivel nacional (con una deforestación neta de 0.5 % anual), registrando pérdidas severas incluso dentro de las mismas áreas protegidas. Para el mismo período, la tasa de deforestación bruta dentro de áreas protegidas fue del 2 % anual (0.9 % de deforestación neta anual). Este hecho es suficiente para concluir que los procesos de agotamiento, degradación y contaminación no se detienen, ya que las fuerzas impulsoras de orden socioeconómico se ven complementadas por esquemas institucionales favorables a dichas fuerzas.

La agricultura nacional se caracteriza por el sobreuso de tierras, la erosión de suelos y el uso sin controles de insumos agrícolas. El 39 % del territorio nacional se encuentra sobreutilizado. Casi el 82 % de la agricultura de pequeña escala, centrada en la producción de cultivos anuales y marginada a políticas públicas promotoras, se desarrolla en tierras sobreutilizadas. La agricultura comercial, pese a concentrar las mejores tierras, también se ha expandido y sobreutiliza las tierras: este es el caso del café, la caña de azúcar y los pastizales, cuya extensión total alcanza porcentajes de sobreuso de 84 %, 47 % y 26 %, respectivamente. Esta ampliación ha ocurrido a expensas de la deforestación y el desplazamiento de comunidades rurales pobres.

La otra cara de las presiones a las tierras, quizá poco analizada, corresponde al desarrollo de la actividad minera: en 2015, se registraron 1258.96 kilómetros cuadrados en explotación y 1709.41 kilómetros cuadrados para exploración de potencial minero, que generan degradación ambiental, conflictos y fragmentación social. Asimismo, interviene el crecimiento urbano desordenado (con apenas siete municipalidades que cuentan con POT vigentes, resultando en

territorios urbanos discontinuos, desarticulados y extensivos a costa de espacios arbolados) y la acumulación de sustancias tóxicas por el continuo y desmedido consumo de fertilizantes y plaguicidas, con incrementos del volumen importado en 45 % y 75 % entre 2008 y 2015, y un acumulado de 171 511.43 toneladas de plaguicidas. A esto se suma la deficiente o incluso ausente gestión de residuos en los territorios, con apenas treinta y una municipalidades con planes o programas de gestión integral de manejo de residuos domésticos y únicamente ciento cuarenta municipalidades con simples vertederos locales, lo que amplía los niveles de contaminación de suelos y, consecuentemente, del agua.

Las presiones directas a las fuerzas impulsoras están cimentadas en el modelo económico del país, con su respectivo andamiaje político-institucional. El énfasis productivista, orientado a la exportación y la estructura agraria, hace sinergia, por un lado, para agotar, degradar y contaminar el ambiente natural (tierras y suelos incluidos) y, por otro, relega a la mayoría de la población rural que, buscando sobrevivir, utiliza tierras marginales para la agricultura (sobreuso) o bien, abandona sus comunidades para migrar a las zonas marginales en las ciudades o fuera del país. Este esquema, que se sostiene con un orden político-institucional deliberado, lleva ya mucho tiempo de existir y solo engendra desigualdad y pobreza. Indicadores como el coeficiente de Gini para la concentración de la tierra (0.785), la marginación económica y social (0.59) y el de ingreso familiar per cápita (0.53), además de los índices de pobreza (53.9 % de pobreza general y 23.4 % de pobreza extrema), ilustran esta realidad.

Las respuestas desde el ámbito público, como ya se ha indicado en las secciones precedentes, son esfuerzos débiles y, por lo tanto, insuficientes frente al tamaño de los desafíos de gestión de la tierra y los suelos. Además, se caracterizan por ser erráticas, discontinuas, alejadas del conocimiento científico y desplegadas en una atmósfera

de mucha opacidad en el uso de los recursos públicos. Las dinámicas de deterioro las rebasan y, junto a la degradación ambiental, también se degrada su credibilidad. Como se decía antes, su condición débil es deliberada, ya que su presencia está concebida para subordinarse a las lógicas e intereses económicos dominantes. De esa forma, hasta que no se concilien las prioridades nacionales (que incluyan el cuidado de los bienes y servicios ambientales), no habrá una institución con mandatos ambientales que pueda acreditar un logro de significancia alguna; esto es, que revierta o, en el mejor de los casos, frene el deterioro ambiental general y de las tierras, en particular. Los eventos sostenidos de pérdida de cobertura forestal, tanto dentro como fuera de áreas protegidas, no permiten dudas al respecto.

Respecto a la gestión de la tierra desde el sector agropecuario, la tutela corresponde principalmente al MAGA. Los recursos se consideran tanto limitados, como mal distribuidos: en 2019, se asignó 1.64 % del presupuesto nacional para un sector que aportó en el período 2001-2017 entre el 13.2 % y el 14.3% del PIB (24 %, si se considera la agroindustria). El 93 % del presupuesto ejecutado por esta institución corresponde a gastos de funcionamiento, lo cual supera al gasto de inversión. Asimismo, las acciones orientadas a garantizar la gestión para la preservación de la calidad de las tierras agropecuarias en el país no son contundentes por ser aisladas, de baja escala, sin continuidad y sin suficiencia financiera. En definitiva, la visión de largo plazo está ausente.

Los impactos más significativos del actual régimen de gestión de tierras se relacionan con algunos de los siguientes hechos:

- (I) Los usos de la tierra para la producción agropecuaria contribuyeron alrededor del 12 % del PIB. No obstante, aparejado al deterioro inherente a esos procesos productivos, el costo de reemplazo de nutrientes del suelo alcanza cifras millonarias de inversión,

cuestión que refleja ese círculo vicioso de ineficiencia productiva y degradación ambiental.

- (II) Pese a que los usos de la tierra a través de la agricultura contribuyen con el 31.9 % de los empleos en Guatemala, tal actividad se desarrolla en medio de la marginalidad (suelos deladera, bajo nivel tecnológico, limitaciones de comunicación), cuestión que dificulta sostener rendimientos estables, comprometiendo así la seguridad alimentaria. Por ejemplo, la producción de maíz, con rendimientos bajos en el contexto regional, mantiene reducciones sostenidas (20 % en el período 2006-2014). Este hecho se ve reflejado en la incapacidad de satisfacer la demanda interna del país (la producción nacional solamente pudo suplir el 72 % de la demanda de maíz y el 95 % de frijol en ese período).
- (III) La continua y profunda tendencia de deterioro ambiental, combinada con la baja efectividad institucional para solucionar estos problemas (vacíos de gestión y carácter reactivo del accionar de la institucionalidad nacional), han contribuido a la pérdida de credibilidad de la mayoría de estas y a la ingobernabilidad que tiende a incrementarse en los territorios. En

algunos casos, el vacío es tal, que las disputas siempre se dirimen en favor de quien tiene más fuerza. De ahí que el desplazamiento de comunidades rurales pobres sea un fenómeno frecuente.

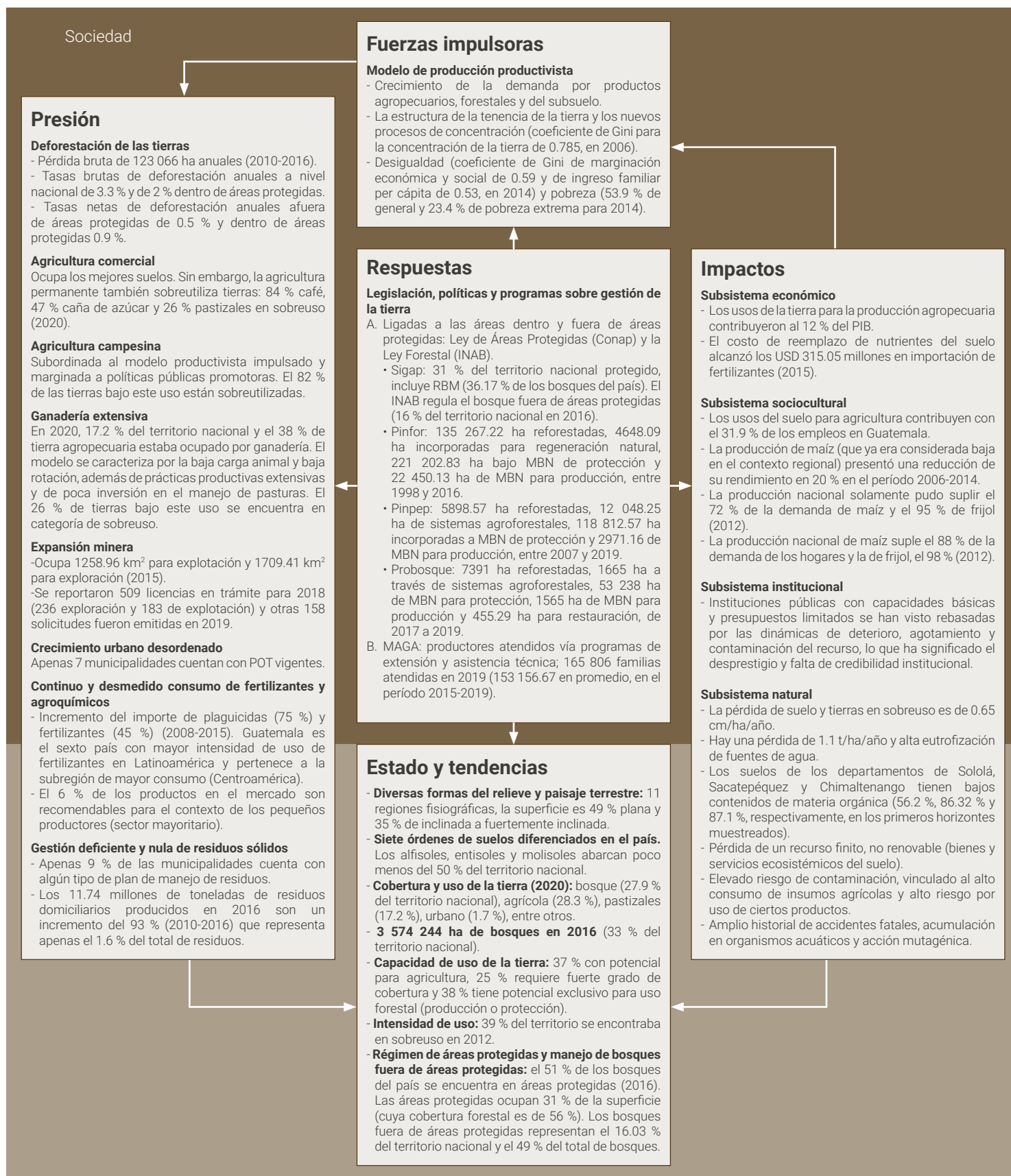
- (IV) En el ámbito natural, es un hecho que el agotamiento, el deterioro y la contaminación de los suelos pone en riesgo la capacidad de los ecosistemas para sostener sus funciones. La erosión de las tierras del país sigue incrementándose: en 2019, se estimaron 568 millones de toneladas de suelo perdido (0.65 centímetros de suelo por hectárea). La pérdida dramática de materia orgánica por la vía de la erosión está atada a la caída de los rendimientos agrícolas y al uso fallido de fertilizantes, cuestión que solo agrava los impactos ambientales, tanto para el agua como para las mismas personas y la vida en general.

Lo que en estos párrafos se señala es apenas una parte de las evidencias que muestran tendencias sostenidas de agotamiento de los suelos, que comprometen la estabilidad nacional en general y, especialmente, de los pequeños productores rurales cuya dependencia de este recurso tiene carácter vital.



Figura 3

Marco de análisis FI-PEIR sobre la dinámica del estado de la tierra en Guatemala



Fuente: elaboración propia

5. Tensiones estructurales y cursos de acción

A continuación, se presentan las tensiones estructurales que fueron identificadas para el estado de la tierra y los cursos de acción, junto con los posibles instrumentos políticos que pueden reducir la presión sobre este.

Tabla 13

Tensiones estructurales para el estado de la tierra y cursos de acción

Nivel de análisis	Tensiones estructurales	Cursos de acción y posibles instrumentos de política pública
	Orientación del uso de los suelos hacia la producción agrícola de exportación para el mercado de postres, versus bajos rendimientos de la producción de alimentos en suelos marginales que obligan a la importación	• Actualizar el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAE) como instrumento para revelar la relación entre el uso de la tierra y la economía nacional, con el fin de retroalimentar políticas públicas de gestión de largo plazo. • Diseñar y poner en marcha una política de regulaciones ambientales efectivas de la agricultura de gran escala, para reducir sus impactos ambientales. • Mejorar el comercio intrarregional de productos agroalimentarios, acompañado de una alta conectividad vial y la modernización de las aduanas. • Impulsar un programa nacional de apoyo a la agricultura familiar y de pequeña escala que incluya asistencia técnica, asociatividad rural, centros de acopio, encadenamientos, caminos rurales, finanzas y otros condicionantes de la agricultura rural.
Contexto internacional	El cambio y la variabilidad climática versus la capacidad socioecológica de adaptación local	• Impulsar las alternativas de agricultura de precisión, la agricultura en condiciones controladas y la agroecología (incluye agricultura orgánica y agroforestería, entre otros). • Fomentar prácticas de producción agroecológicas, priorizando aquellas que fortalezcan la protección del suelo y agua, además de la diversificación de la producción. • Facilitar el acceso y desarrollo de materiales mejorados, la adopción de materiales nativos adaptados y variedades mejoradas. • Promover la readecuación de calendarios productivos según nuevos patrones del clima. • Impulsar las obras de conservación de suelos, introducción de estrategias de cobertura estratificada y productiva (sistemas agroforestales, coberturas de suelo, barreras vivas y muertas, cercos forrajeros, entre otros), restaurar paisajes forestales, integrar los residuos y realizar el manejo integrado de plagas y enfermedades, como base de la agricultura adaptada a la variabilidad climática. • Facilitar la adaptación y adopción del área de producción bajo cubierta, donde se producen hortalizas para el consumo del hogar y la venta. Esta estrategia permitirá la reducción de pérdidas atribuidas al clima, insectos y microorganismos.

continúa...

continúa tabla 13...

Nivel de análisis	Tensiones estructurales	Cursos de acción y posibles instrumentos de política pública
Continuación contexto internacional		• Propiciar el uso eficiente de la leña e incrementar el acceso a fuentes de energías alternas para desincentivar el uso no planificado de la leña. • Crear mecanismos de alerta temprana (SAT) para mejorar la gestión territorial con énfasis en la gestión del riesgo climático. En agricultura de pequeña escala, priorizar la prevención de daños derivados por sequías y/o excesos de humedad. • Impulsar el desarrollo de redes multisectoriales para la gestión del riesgo territorial (enfocadas en el uso de la información SAT). • Generar programas efectivos de gestión del riesgo a desastres, priorizando los procesos de prevención en lugar de los protocolos de acción posemergencia, con principal énfasis en la ocupación de zonas vulnerables. • Implementar alternativas complementarias de gestión del riesgo a través de seguros agrícolas.
	Procesos desorganizados de ocupación del territorio (para fines urbanos, agrícolas y naturales) versus la necesidad de ordenamiento	• Impulsar la formulación y la puesta en marcha de planes de ordenamiento territorial a la luz de las nuevas condiciones que establece el cambio y la variabilidad climática. La meta es reducir riesgos a eventos extremos y procurar el acceso ordenado a recursos estratégicos, como el agua y la energía.
Contexto nacional	Agricultura de exportación versus agricultura familiar	• Fomentar una política de desarrollo rural integral, introduciendo un enfoque de sistemas productivos que contribuyan a la revitalización ecológica de los territorios. • Impulsar una política agraria que encare las necesidades reales de acceso a la tierra para la producción de alimentos de las familias rurales, cuya ocupación no puede ser sustituida. • Mejorar las inversiones en investigación, asistencia técnica, mercados financieros rurales, caminos rurales y demás infraestructura productiva vinculada a la agricultura de pequeña escala. En este contexto, se deben promover tecnologías tales como la selección de variedades criollas resistentes, uso de semillas mejoradas, manejo y gestión de suelos y residuos, además de manejo integrado y biológico de plagas, como alternativas que permitan un incremento sostenible de la productividad.

continúa...

Nivel de análisis	Tensiones estructurales	Cursos de acción y posibles instrumentos de política pública
Continuación de contexto nacional	Capacidad de uso de las tierras versus uso actual	• Diseñar y poner en marcha una política nacional de ordenamiento estratégico de prioridades productivas con fines de exportación y con fines alimentarios. Se trata de una política de Estado y de largo plazo. El uso de tierras a capacidad no será posible sin esta política y sin una asimilación de la envergadura de la problemática de sobreuso. • Fortalecer las buenas prácticas para minimizar impactos ambientales de tierras en conflicto de uso. • Fomentar la aprobación e implementación de un programa nacional de incentivos a la conservación de suelos. • Revitalizar las capacidades institucionales del Conap e INAB para cumplir sus mandatos.
	Uso de biocidas versus salud humana y ambiental	• Crear un comité intersectorial conformado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS), MAGA, MARN y academia, entre otros, que asegure una visión global para la implementación de una estrategia nacional integral sobre el uso de agroquímicos en Guatemala. Para ello, recurrir a los respectivos instrumentos normativos, financieros y de sensibilización. • Mejorar el conocimiento sobre el estado de uso de los plaguicidas e implicaciones ambientales, alimenticias y para la salud humana, como base para la estrategia indicada anteriormente. • Fortalecer al MAGA para la supervisión de la cadena de custodia de los plaguicidas y fomentar la educación en diferentes niveles sobre el riesgo de su uso inadecuado.

Fuente: elaboración propia



6. Recomendaciones finales

Uso de la ciencia para la gestión de la tierra y de los suelos

Los hallazgos actuales son suficientes para establecer una política pública encaminada a fomentar prácticas y obras físicas de conservación de suelos en zonas críticas, recuperar el componente orgánico de los suelos y regular más estrictamente el consumo de insumos agrícolas. No obstante, se debe intensificar el uso del conocimiento para replantear las prioridades nacionales en materia de producción agrícola, privilegiando la suficiencia alimentaria y la restauración ambiental de tierras degradadas.

Inversiones estratégicas y de escala operacional

La restauración de tierras y la adecuación de usos a su propia capacidad no será posible sin inversiones (basadas en conocimiento) con la suficiencia, la escala y la continuidad apropiadas. Así pues, detener la degradación e iniciar la recuperación de las tierras debe ser una política estratégica de Estado de orden permanente.

Restaurar prioritariamente tierras de ladera

A través del uso de regulaciones e incentivos, se debe procurar restaurar las tierras de ladera severamente degradadas: ello implica privilegiar usos forestales y agroforestales en las mismas. Paralelamente, se deberá hacer una evaluación de la viabilidad de emplear tierras subutilizadas en diferentes territorios para la producción de alimentos.

Contener la degradación y deforestación

Una manera económicamente viable de nutrir las medidas de adaptación al cambio climático es frenar los procesos de deforestación en todo el territorio nacional. Esta medida, además, garantiza la protección de las tierras que aún mantienen sus propiedades para sostener la vida.

Regular el consumo de agroquímicos

Es necesario reconocer que el uso de agroquímicos está fuera de control y compromete la vida en todas sus formas. Para el efecto, se deben revitalizar los instrumentos normativos, financieros y de sensibilización para asegurar su uso controlado, o bien, vetar aquellos que tienen niveles de toxicidad inaceptables.

7. Referencias

- Agudelo, D., Flórez, M., López, C. y Palacio, J. (2013). Influencia de las condiciones fisicoquímicas del sedimento y la interfase agua-sedimento en la transferencia experimental del o,o-dietil o-3,5,6 tricloro-2-piridinil fosforotato (clorpirifos) y el 3,5,6 tricloro-2-piridinol (Tcp), en el Emb. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 12(23), 13-22.
- Aguilar, Y. y Bautista, F. (2011). Extrapolating the suitability of soils as natural reactors using an existing soil map: Application of pedotransfer functions, spatial integration and validation procedures. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(2), 221-232.
- Aktar, W., Sengupta, D. y Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1-12.
- Alfsen, K., De Franco, M., Glomsr, S. y Johnsen, T. (1996). The cost of soil erosion in Nicaragua. *Ecological Economics*, 16, 129-145.
- Alvarado-Quiroa, H. y Araya-Rodríguez, F. (2014). Cambios de uso del suelo y crecimiento urbano: Estudio de caso en los municipios conurbados de la Mancomunidad Metrópoli de Los Altos, Quetzaltenango, Guatemala. *Revista Tecnología en Marcha*, 27(1), 104-113. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1701
- Araya, M., Vega, L., Alfaro, A., Hernández, P., Mira, M. y López, M. (2010). Minería metálica en Centroamérica, impactos y resistencia. En G. C. Delgado-Ramos (coord.), *Ecología política de la minería en América Latina* (pp. 299-356). Colección El Mundo Actual. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México. <http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2012/02/publicacion-ecologia-politica-mineria-AL.pdf#page=213>
- Augustin, M., Acero, J., Aguilera, A. y García, M. (2018). *Estudio de la urbanización en Centroamérica: Oportunidad de una Centroamérica urbana*. Banco Mundial.
- Banco Centroamericano de Integración Económica. (2014). *Ficha estadística de Guatemala*. Banco Centroamericano de Integración Económica.
- Banco de Guatemala. (2015). *Estadísticas del sector agropecuario* [archivo de Excel].
- Banco de Guatemala e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2009). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica Integrada de Guatemala: Cuenta Integrada de Tierra y Ecosistemas (CITE)*. Serie divulgativa.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2013). *Reflexiones sobre el desarrollo de la economía rural de Guatemala*.
- Barrett, C. y Bevis, L. (2015). The self-reinforcing feedback between low soil fertility and chronic poverty. *Nature Geoscience*, 8(12), 907-912.

- Bértola, L. y Ocampo, J. (2010). *Una historia económica de América Latina desde la independencia*. Secretaría General Iberoamericana.
- _____. (2013). *Desarrollo, vaivenes y desigualdad. Una historia económica de América Latina desde la independencia*. Secretaría General Iberoamericana. <https://dds.cepal.org/redesoc/publicacion?id=2161>
- Bouma, J. (2009). Geoderma soils are back on the goal agenda: Now what? *Geoderma*, 150, 224-225.
- Briassoulis, H. (2020). *Analysis of land use change: Theoretical and modeling approaches* (2.ª ed.). Regional Research Institute, West Virginia University. <https://researchrepository.wvu.edu/rri-web-book/3>
- Bullock, J., Dhanjal-Adams, K., Milne, A., Oliver, T., Todman, L., Whitmore, A. y Pywell, R. (2017). Resilience and food security: Rethinking an ecological concept. *Journal of Ecology*, 105(4), 880-884. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12791>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2014). *Anuario Estadístico 2014. Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012)*. Cepal.
- Congreso de la República de Guatemala. (2017). *Iniciativa de Ley de Tierras*.
- _____. (27 de diciembre de 2018). Ley del Presupuesto General para Ingresos y Egresos del Estado para el Ejercicio Fiscal dos mil diecinueve, Decreto 25-2018. *Diario de Centro América*, 23, tomo CCCXI.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2019). *Mapa del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas, Sigap* [mapa digital].
- Corporación Observatorio Sismológico del Suroccidente. (2018). *Inventory System of the Effects of Disasters Version: 10.03.005*. <https://www.desinventar.net>
- Cotler, H., Corona, J. y Galeana-Pizaña, M. (2020). Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: Una primera aproximación. *Investigaciones Geográficas*, (101), 14.
- Cotler, H., López, C. y Martínez-Trinidad, S. (2011). ¿Cuánto nos cuesta la erosión de suelos? Aproximación a una valoración económica de la pérdida de suelos agrícolas en México. *Investigación ambiental*, 3(2), 31-43.
- Cruz, F. (2007). Empoderamiento y sostenibilidad en el desarrollo rural: Trampas de la racionalidad productivista. *Anduli, Revista Andaluza de Ciencias Sociales*, (7), 91-104.
- Cusack, D., Silver, W., Torn, M. y Burton, S. (2011). Changes in microbial community characteristics and soil organic matter with nitrogen additions in two tropical forests. *Ecology*, 92(3), 621-632.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. (2006). *Bases conceptuales y metodológicas para la elaboración de la Guía Nacional de Ordenamiento Territorial*. GTZ.

- Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos. (2021). *Determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala, año 2020*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
- Esquivel, L. (2018). *Análisis toxicológico y ecotoxicológico de los herbicidas en Guatemala*. Universidad Rafael Landívar.
- E-TECH. (2010). *Evaluación de las condiciones previstas y reales de la E-Tech International*. E-TECH.
- Ferreira, F., da Silva, L., Rigotto, R., Friedrich, K. y Campos, A. (2015). *Dossiê ABRASCO. Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Expressão Popular.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations e Intergovernmental Technical Panel on Soils. (2017). *Global assessment of the impact of plant protection products on soil functions and soil ecosystems*. FAO. <http://www.fao.org/3/i8168en/I8168EN.pdf>
- Fox, J., Gullledge, J., Engelhaupt, E., Burow, M. y McLachlan, J. (2007). Pesticides reduce symbiotic efficiency of nitrogen-fixing rhizobia and host plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(24), 10282-10287. <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0611710104>
- Gobierno de Guatemala. (2014). *Plan para implementar la Política Nacional de Desarrollo Rural Integral -PNDRI-*. <https://pndri.scep.gob.gt/wp-content/uploads/2017/11/Plan-PNDRI.pdf>
- Godoy, K. (2018). *Análisis toxicológico y ecotoxicológico de los fungicidas en Guatemala*. Universidad Rafael Landívar.
- Grossmann, M. (2012). Economic value of the nutrient retention function of restored floodplain wetlands in the Elbe River basin. *Ecological Economics, Elsevier*, 83, 108-117.
- Grupo de Coordinación Interinstitucional. (2018). *Evaluación preliminar de los factores causantes del uso de la tierra, causas y agentes de deforestación y degradación de bosques en Guatemala*. GCI.
- Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra. (2014). *Mapa de bosques y uso de la tierra 2012 y mapa de cambios en uso de la tierra 2001-2010 para estimación de emisiones de gases de efecto invernadero*. Gimbot.
- Guo, J., Liu, X., Zhang, Y., Shen, J., Han, W., Zhang, W., Christie, P., Goulding, K., Vitousek, P. y Zhang, F. (2010). Significant acidification in major Chinese croplands. *Science*, 327(5968), 1008-1010.
- Hartemink, A. (2016). Chapter two—The definition of soil since the early 1800s. *Advances in Agronomy*, 137, 73-126. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211315300018>
- Instituto Centroamericano de Estudios Fiscales. (2014). *Minería en Guatemala: Realidad y desafíos frente a la democracia y desarrollo*. Icefi.

- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2004). *Perfil ambiental de Guatemala. Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática*. Universidad Rafael Landívar.
- _____. (2009). *Perfil ambiental de Guatemala 2008-2009: Las señales ambientales críticas y su relación con el desarrollo*. Universidad Rafael Landívar.
- _____. (2011). *Cambio climático y biodiversidad: Elementos para analizar sus interacciones en Guatemala con un enfoque ecosistémico*. Universidad Rafael Landívar.
- _____. (2012). *Perfil ambiental de Guatemala 2010-2012. Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente e Instituto de Incidencia Ambiental. (2006). *Perfil ambiental de Guatemala 2006: Tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente y Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. (2013). *Evaluación del Programa de Fertilizantes del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)*. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología y Programa de Contabilidad de la Riqueza y la Valoración de los Servicios de los Ecosistemas. (2019). *Cuenta Ambiental de Agricultura de Guatemala* [manuscrito sin publicar]. Universidad Rafael Landívar.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2015). *Mapa de erosión potencial del suelo* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar.
- _____. (2016). *Mapa de capacidad de uso propuesta por el INAB, a escala 1:50,000*.
- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad e Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (2015). *Perfil del agro y la ruralidad de Guatemala 2014: Situación actual y tendencias*. Editorial Cara Parens, Universidad Rafael Landívar. <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/FileCS.ashx?Id=40392>
- Instituto Nacional de Bosques. (2000). *Clasificación de tierras por capacidad de uso: Aplicación de una metodología para tierras de la República de Guatemala*. INAB.
- _____. (2019a). *Boletín estadístico 1998-2019*. Departamento de Incentivos Forestales.
- _____. (2019b). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de la cobertura forestal 2010-2016*. INAB.
- Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar. (2019). *Mapa de cobertura forestal de Guatemala 2016 y dinámica de la cobertura forestal 2010-2016*.

- Instituto Nacional de Bosques, Consejo Nacional de Estándares de Manejo Forestal Sostenible para Guatemala, Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Rafael Landívar y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). *Diagnóstico y análisis sobre la ilegalidad en el aprovechamiento y comercialización de productos forestales en Guatemala*.
- Instituto Nacional de Estadística. (2003). *Características de la población y de los locales de habitación censados. Censo Nacional XI de Población y VI de Habitación 2002*.
- _____. (2011). *Compendio Estadístico Ambiental 2010*. <https://www.url.edu.gt/publicacionesurl/pPublicacion.aspx?pb=46>
- _____. (2014). *Compendio Estadístico Ambiental 2014*.
- _____. (2015). *Compendio Estadístico Ambiental 2015*.
- _____. (2016). *Compendio Estadístico Ambiental 2016* [base de datos].
- _____. (2017). *Pobreza general en Guatemala para el año 2011*. <https://www.ine.gob.gt/ine/pobreza-menu/>
- _____. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*. <https://www.censopoblacion.gt/>
- _____. (2019). *Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos 2019*.
- _____. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria: Año Agrícola 2019-2020*.
- Instituto Nacional de Estadística, Banco de Guatemala e Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2013). *Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica de Guatemala 2001-2010: Compendio estadístico (SCAE 2001-2010)* (tomo II). Universidad Rafael Landívar.
- Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas. (2018). *Manual de plaguicidas de Centroamérica*. Universidad Nacional Heredia. <http://www.plaguicidasdecentroamerica.una.ac.cr/>
- Izquierdo, C. (2008). La dinámica global capitalista. Un análisis del largo plazo en México, España y Estados Unidos. *Trayectorias*, 10(27), 47-64.
- Kanter, D. (2018). Nitrogen pollution: A key building block for addressing climate change. *Climatic Change*, 147(1-2), 11-21.
- Kebede, Y., Gunjal, K. y Coffin, G. (1990). Adoption of new technologies in Ethiopian agriculture: The case of Tegulet-Bulga district Shoa Province. *Agricultural Economics*, 4(1), 27-43.
- Kumar, A. y Subodh, M. (2015). Assessment of potentially toxic heavy metal contamination in agricultural fields, sediment, and water from an abandoned chromite-asbestos mine waste of Roro Hill, Chaibasa, India. *Environmental Earth Sciences*, 74(3), 2617-2633.

- Lamenca, M. (2013). Soil erosion in the steppe ecosystem of Lécera, Spain. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30(1), 87-102.
- Lehmann, A. y Stahr, K. (2010). The potential of soil functions and planner-oriented soil evaluation to achieve sustainable land use. *J Soil Sediments*, 10, 1092-1102.
- Londres, F. (2011). *Agrotóxicos no Brasil: Uma guia para ação em defesa da vida*. Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa.
- Lu, C. y Tian, H. (2017). Global nitrogen and phosphorus fertilizer use for agriculture production in the past half century: Shifted hot spots and nutrient imbalance. *Earth System Science Data*, 9(1), 181-192.
- Lü, Y., Fu, B., Chen, L., Liu, G. y Wei, W. (2007). Nutrient transport associated with water erosion: Progress and prospect. *Progress in Physical Geography*, 31(6), 607-620.
- Menor, J. (2000). Reflexiones en torno a los modelos productivistas y postproductivistas en la vega de granada. *Cuadernos Geográficos*, 30, 415-427.
- Mileusnić, M., Siyowi, B., Kamona, A., Ružičić, S., Mapaure, I. y Chimwamurombe, P. (2014). Assessment of agricultural soil contamination by potentially toxic metals dispersed from improperly disposed tailings, Kombat mine, Namibia. *Journal of Geochemical Exploration*, 144, 409-420. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.01.009>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. (2000). *Primera aproximación al mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República de Guatemala, a escala 1:250,000*. MAGA.
- ____ (2001). *Mapa fisiográfico-geomorfológico de la República de Guatemala, a escala 1:250,000*. MAGA.
- ____ (2005). *Mapa de pendientes agrupadas según metodología USDA*. MAGA.
- ____ (2006). *Mapa de cobertura forestal y uso de la tierra*. MAGA.
- ____ (2011). *El agro en cifras 2011*. MAGA.
- ____ (2012). *Política Ganadera Bovina Nacional*. MAGA.
- ____ (2013a). *Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Producción Orgánica y Agroecológica de la República de Guatemala 2013-2023*. MAGA. <http://visar.maga.gob.gt/visar/eao13.pdf>
- ____ (2013b). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sacatepéquez, Guatemala*. MAGA.
- ____ (2013c). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Sololá, Guatemala* (volumen II). Ediciones Don Quijote.
- ____ (2015). *Memoria de Labores*. MAGA.
- ____ (2016). *El agro en cifras*. MAGA.

- _____. (2018). *Memoria de Labores 2017-2018*. MAGA.
- _____. (2019). *Memoria de Labores 2018-2019*. MAGA.
- _____. (2021). *Determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1: 50 000 de la República de Guatemala, año 2020*. Dirección de Información Geográfica, Estratégica y Gestión de Riesgos.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Unidad de Planificación Geográfica y Gestión de Riesgo y Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural. (2010). *Estudio semidetallado de los suelos del departamento de Chimaltenango, Guatemala*. MAGA-UPGGR.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2016). *Informe ambiental del estado de Guatemala*. MARN.
- Ministerio de Energía y Minas. (2019). *Anuario Minero 2019*. MEM.
- Narváez, J., Palacio, J. y Molina, F. (2012). Persistencia de plaguicidas en el ambiente y su ecotoxicidad: Una revisión de los procesos de degradación natural. *Gestión y Ambiente*, 15(3), 27-38.
- Neely, C. y Fynn, A. (2011). *Critical choices for crop and livestock production systems that enhance productivity and build ecosystem resilience*. FAO.
- Niemeyer, J., Chelinho, S. y Sousa, J. (2017). Soil ecotoxicology in Latin America: Current research and perspectives. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 36(7), 1795-1810.
- Ogundele, L., Owoade, O., Hopke, P. y Olise, F. (2017). Heavy metals in industrially emitted particulate matter in Ile-Ife, Nigeria. *Environmental Research*, 156, 320-325. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.051>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *Plaguicidas uso*. FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/RP>
- _____. (2006a). *La ganadería amenaza el medio ambiente*. FAO Sala de prensa. <http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- _____. (2006b). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*. Enfoques. <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>
- _____. (2013). *Pesticides use*. FAOSTAT [base de datos digital]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RP>
- _____. (2015). *Suelos y biodiversidad*. FAO.
- _____. (2017). *Carbono orgánico del suelo: El potencial oculto*. FAO.
- _____. (2018). *La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro: 6 razones por las cuales debería preocuparnos la contaminación del suelo*. FAO. <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>

- _____. (2019). FAOSTAT. Base de datos de producción de cultivos [base de datos digital]. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- _____. (2020). Propiedades químicas. Portal de suelos de la FAO. <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas-numericos/propiedades-quimicas/es/>
- Pérez-Rodríguez, P., de Blas, E., Soto, B. y Pontevedra-Pombal, X. (2011). El conflicto de uso del suelo y la calidad de los alimentos. *CyTA–Journal of Food*, 9(4), 342-350.
- Pesticide Action Network. (2018). PAN Pesticide Database. <http://www.pesticideinfo.org/>
- Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. y Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55(7), 573-582. <https://academic.oup.com/bioscience/article/55/7/573-582/306755>
- Presidencia de la República. (2014). Acuerdo Gubernativo 372-2014. Política Agraria.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2016). *Más allá del conflicto, luchas por el bienestar. Informe Nacional de Desarrollo Humano 2015/2016*. PNUD.
- Reigart, J. y Roberts, J. (1999a). Herbicidas clorofenólicos. En *Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas* (pp. 106-111). Environmental Protection Agency.
- _____. (1999b). *Reconocimiento y manejo de los envenenamientos por pesticidas* (5.ª ed.). Environmental Protection Agency.
- Reyes, G. y Cortés, J. (2017). Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y El Caribe (2006-2012). *Bioagro*, 29(1), 45-52. <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S1316-33612017000100005>
- Roberts, J. y Reigart, J. (2013). *Recognition and management of pesticide poisonings* (6.ª ed.). Environmental Protection Agency. <http://npic.orst.edu/rmpp.htm>
- Rodríguez, A. y Meza, L. (eds.). (2016). *Agrobiodiversidad, agricultura familiar y cambio climático*. Naciones Unidas. Serie Seminarios y Conferencias 85. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40299-agrobiodiversidad-agricultura-familiar-cambio-climatico>
- Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M. y Pennock, D. (2018). *Soil pollution: A hidden reality*. A P H Publishing Corporation. <https://books.google.com.br/books?id=iFcSF0Vb1swC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>
- Romero, W. (2014). *La agricultura familiar en Guatemala. Informe del Proyecto Análisis de la Pobreza y de la Desigualdad en América Latina Rural*.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2007). *Informe de diagnóstico de la degradación de suelos e impacto de los programas de conservación de suelos en México*.

- Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia. (2019). *Ranking Municipal 2018*.
- Sharma, A., Tiwari, K. y Bhadoria, P. (2011). Effect of land use land cover change on soil erosion potential in an agricultural watershed. *Environmental Monitoring and Assessment*, 173(1-4), 789-801.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S., de Vries, W., de Wit, C., Folke, C., Heinke, J., Mace, G., Persson, L., Ramanathan, V., Reyers, B. y Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223).
- Stork, P. y Lyons, D. (2012). Phosphorus loss and speciation in overland flow from a plantation horticulture catchment and in an adjoining waterway in coastal Queensland, Australia. *Soil Research*, 50(6), 515-525.
- Tian, W., Wang, L., Li, Y., Zhuang, K., Li, G., Zhang, J., Xiao, X. y Xi, Y. (2015). Responses of microbial activity, abundance, and community in wheat soil after three years of heavy fertilization with manure-based compost and inorganic nitrogen. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 213, 219-227. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2015.08.009>
- Unidad de Datos e Información Estratégica. (2022). *Mapa de intensidad de uso de la tierra de la República de Guatemala según uso de la tierra 2020* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar.
- Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección e Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad. (2019). *Mapa de intensidad de uso de la tierra* [mapa digital].
- Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección y Pérez, G. (2019). *Ajustes y correcciones del mapa del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas-SIGAP* [mapa digital]. Universidad Rafael Landívar.
- United Nations Environment Programme. (2010). *GEO LAC 3. Latin America and the Caribbean: Environment Outlook* (3.ª ed.). UNEP.
- _____. (2013). *The state of natural resource management in Latin America and the Caribbean: Opportunities for sustainable practices and prioritisation of resources*. UNEP.
- Vanek, S., Jones, A. y Drinkwater, L. (2016). Coupling of soil regeneration, food security, and nutrition outcomes in Andean subsistence agroecosystems. *Food Security*, 8(4), 727-742.
- Venuti, A., Alfonsi, L. y Cavallo, A. (2016). Anthropogenic pollutants on top soils along a section of the Salaria State Road, Central Italy. *Annals of Geophysics*, 59(5), 11.
- Verstraeten, G. y Poesen, J. (2002). Regional scale variability in sediment and nutrient delivery from small agricultural watersheds. *Journal of Environmental Quality*, 31(3), 870-879. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12026090>

- Vijay, V., Pimm, S., Jenkins, C. y Smith, S. (2016). The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. *Plos One*, 11(7), 1-19.
- World Bank. (2015). *Agricultura para la prosperidad de los territorios rurales en Guatemala. Vincular el desarrollo agropecuario con la prosperidad del campo*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/ElBancoMundial. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/784961474018928674/pdf/AUS7583-REVISED-PUBLIC-guatemala-24febr.pdf>
- Zhang, H., Luo, Y., Wu, L., Huang, Y. y Christie, P. (2015). Residues and potential ecological risks of veterinary antibiotics in manures and composts associated with protected vegetable farming. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(8), 5908-5918.
- Zhao, S., Qiu, S., Cao, C., Zheng, C., Zhou, W. y He, P. (2014). Responses of soil properties, microbial community and crop yields to various rates of nitrogen fertilization in a wheat-maize cropping system in north-central China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 194, 29-37. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.05.006>

Esta publicación se distribuye de forma digital,
fue finalizada en agosto de 2022.

Acerca de esta publicación

Esta publicación forma parte de la serie *Perfil ambiental de Guatemala*, y presenta la situación actual de las tierras del país, con énfasis en los suelos, así como las dinámicas que explican su estado bajo el enfoque sistémico (marco analítico del PEIR).

Existen diversas presiones sobre este bien natural, cuya principal fuerza impulsora es el actual modelo de producción que ignora la capacidad de uso de las tierras y los límites de los suelos para evitar su degradación expresada, principalmente, en la erosión y pérdida de fertilidad. Como consecuencia, existen tendencias sostenidas de agotamiento de los suelos, que comprometen la estabilidad nacional en general, y especialmente de los pequeños productores rurales, cuya dependencia de este recurso tiene carácter esencial en sus estrategias alimentarias y de generación de ingresos.

Aunque existen algunas respuestas en el marco amplio de las políticas públicas vinculadas a la gestión de la tierra, son insuficientes o inadecuadas. Se proponen, en consecuencia, cursos de acción y posibles instrumentos de política pública que tienen el potencial, no solo de reducir la presión sobre este recurso, sino que de inducir su restauración progresiva.



ISBN: 978-9929-54-446-8



9 789929 544468



Universidad
Rafael Landívar

EDITORIAL
**CARA
PARENS**
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR