



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN GEOGRAFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFIA AMBIENTAL

“DEGRADACIÓN DE TIERRAS EN UNA COMUNIDAD INDÍGENA DE
MICHOACÁN; PERCEPCIONES, CAUSAS Y ALTERNATIVAS PARA UN
MANEJO SOSTENIDO”

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
DOCTOR EN GEOGRAFÍA

PRESENTA:
JUAN PULIDO SECUNDINO

TUTOR PRINCIPAL
DR. GERARDO BOCCO VERDINELLI
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFIA AMBIENTAL

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DR. MANUEL BOLLO MANENT
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFIA AMBIENTAL
DRA. BEATRÍZ DE LA TEJERA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DR. DANTE ARIEL AYALA ORTÍZ
UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
DR. DAVID OSEGUERA PARRA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

MORELIA, MICHOACÁN, AGOSTO DE 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

“No debieras tratar solo los síntomas. Debes ir a las causas de raíz promoviendo la rehabilitación ambiental y empoderando a la gente para hacer cosas por sí mismos. Lo que es hecho sin involucrar a la gente no puede ser sostenido”

Wangari Naathai (Premio Nobel de la Paz, 2004)

“Cada generación descansa sobre los hombros de aquellos que se han ido antes que ellos”

Stephen Hawking

AGRADECIMIENTOS

A la fuerza creadora del universo, por el privilegio de estar en esta parte del espacio infinito llamado Tierra, en tiempo y circunstancias perfectas.

A la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) por abrirme las puertas y por el aprendizaje recibido en su seno. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el soporte de beca para la realización de mis estudios de doctorado. A la Universidad Autónoma Chapingo por las facilidades de tiempo y soporte salarial.

A la comunidad de Comachuén, en especial a las familias y participantes en el de trabajo de campo, que me brindaron su hospitalidad y conocimientos en torno al uso y manejo de la tierra. En especial a los amigos productores agrícolas, José Luis Sebastián, Asunción Sebastián, Leodegario Sebastián, Valentín Cruz, Aureliano Hernández y Francisco Reyes y sus respectivas familias. Por compartir su sabiduría y por la amistad refrendada en diversos momentos. Asimismo, especial agradecimiento la generación de jóvenes particularmente a Domingo, Pablo, Gabriel, y Raúl Cruz, y sus familiares. Todos aportaron apoyos importantes.

Agradezco infinitamente a mis tutores y revisores. Al Dr. Gerardo Bocco por la paciencia y las enseñanzas de campo y gabinete, con lo cual puedo hoy observar y entender los paisajes de una manera integral, especialmente la relación con el ser humano que se manifiesta en distintos grados de modificación. Al Dr. Manuel Bollo, por su forma práctica de enseñar los impactos del ser humano sobre el recurso tierra. A mis revisores Dra. Beatriz de la Tejera, Dr. Dante Ariel Ayala y Dr. David Oseguera, por su paciencia en la revisión de borradores y documento final y por las sugerencias para mejorar todo el texto. De cada uno de ellos me llevo un aprendizaje.

También agradezco a mis profesores del CIGA que durante los ciclos 2006 al 2009, en diversas materias teórico-prácticas, me aportaron elementos muy importantes para comprender la importancia de una visión holística de la geografía y en especial de los paisajes rurales. Incluyo los nombres en orden de aparición. Dr. Gerardo Bocco, Dr. Alejandro Velázquez, Dr. Narciso Barrera, Dr. Pedro Urquijo, Dr. Michael McCall, Dra. Christina Siebe, Dr. Francisco Bautista, Dr. Ángel Priego, Dr. Manuel Bollo, Dr. Manuel Mendoza, M.C. Alejandra Larrazábal, Dr. Antonio Vieyra, Dr. Luis Miguel Morales. Dr. Jean Francois Mas, M.C. Antonio Navarrete y Dr. Claudio Garibay. Quienes me faltaron es que no coincidimos en esa época pero siempre queda la esperanza de poder confluir en algún momento.

Asimismo agradezco a diversos integrantes del personal técnico del CIGA, incluyendo a M.C. Hilda Rivas, M.C. Rosaura Páez, M.C. Estela Carmona, M.C. Consuelo Medina, y al personal de apoyo administrativo Alejandra Díaz, Guadalupe Cázarez, Katia Méndez, M.T.I. Hugo Zavala y actualmente Ruth Mora, de quien en diversos momentos he recibido una atención amable y muy profesional. De mis compañeros deseo agradecer especialmente a mis compañeros Carlos Pacheco e Ignacio González por su apoyo en la interpretación de imágenes de satélite.

DEDICATORIA

A mis padres Celia y Nicanor (qepd) que con su amor y circunstancias, perfectas y perfectibles, me enseñaron el camino de la vida. A mis hermanos Nicanor, Angelina, Misael, Rogelio, Edith y Antonio, porque llevamos la misma raíz y porque juntos podemos seguir creciendo. A mis hermanos que ya han trascendido (qepd): María, Rosa, Angelina (primera), Vicente, y Guadalupe, porque cada uno dejó enseñanzas de amor y un vacío insustituible. Con todos hemos superado momentos difíciles y hemos optado por vivir mejor.

A mi esposa Claudia (mi chiquita), por compartir el amor de la vida y las personas, por la búsqueda constante de una vida mejor, en especial de la unión familiar, por su apoyo tan diverso en todas las vertientes de la vida y por darme tres hijos maravillosos. A mis hijos (mis bonachos): Alexis (grande), Didier (mediano, qepd) y Aarón (chico). Todos fueron procreados en amor. Los quiero mucho, estoy orgulloso de ustedes porque siempre los veo triunfar y porque llevan la semilla del amor. A mi familia ampliada, Ana y familia, y el nieto que está por llegar.

Al Simposium del Dr. R. Romero y el amplio grupo de hermanos y hermanas que lo respalda, porque sin ese conocimiento no podría apreciarme y apreciar a las personas como lo hago ahora. Al querido José Luis (qepd), porque su repentina partida dejó un espacio insustituible pero lleno de sabiduría y de lo cual nos aferramos y percibimos que siempre estará entre nosotros.

A mis compañeros del CIGA: Alejandra, Carlos, Sonia, Daniel, Jaqueline, Jacky, Nacho, Yuri, Rodolfo, Juan Carlos y José Luis.

A mis entrañables amigos y compañeros: Erna (compañera) y Alfredo (compañerísimo). Voy rezagado, pero voy. Por compartir ilusiones y momentos agradables en las tareas de hace algunos ayer.

A TODOS, UN FUERTE ABRAZO.

PRESENTACIÓN

Esta tesis tuvo sus orígenes en un acercamiento previo del autor con la comunidad donde pudo observar las condiciones de degradación de recursos naturales, incluyendo bosque y tierras agrícolas, al mismo tiempo que se percibió la persistencia de la cultura purépecha en diversos aspectos, como la lengua, parcialmente la vestimenta, las tradiciones y la forma de manejo de la tierra. El recibimiento fue cálido, lo cual me trasladó emocionalmente a mis orígenes en otra comunidad purépecha, y como una manera de recompensar esa apertura consideré adecuado realizar este estudio con la intención de contribuir, desde mi formación agronómica y conservacionista, a la construcción (y reconstrucción) de los modos de aprovechamiento del bosque y de la tierra. Espero que este sueño sea una realidad y que los lectores puedan aportar ideas de retroalimentación, y que algún día la comunidad de Comachuén pueda ser un ejemplo para otras comunidades similares.

RESUMEN

La degradación de tierras (DT) es un problema socio-ambiental de gran trascendencia al nivel local y global, que ha puesto en riesgo a la humanidad entera, principalmente a los países en desarrollo. Diversos organismos internacionales han abordado en las últimas décadas el análisis de la DT, tanto sobre sus riesgos, como en la evaluación de su estado actual, de las causas que la originan y las medidas de combate. Desafortunadamente, la DT muestra una tendencia creciente a nivel global y regional, y muchos de los esfuerzos por revertir la DT parecen fallar debido a diversos factores, incluyendo el hecho de que muchos de ellos se han realizado con enfoques no adecuados. En México y particularmente en la región Sierra Purépecha en Michoacán, aún cuando no existen evaluaciones integrales de la DT al nivel local, se han reportado datos que muestran una tendencia creciente en la degradación de los recursos naturales (agua, suelo, plantas y biodiversidad). Diversos procesos están implicados en la DT, como son la degradación forestal y la deforestación, el cambio de uso del suelo, y la degradación del suelo/tierra. Los programas oficiales para evaluar y realizar acciones para revertir la DT parecen insuficientes y rebasados por la creciente degradación de dichos recursos. El objetivo de este trabajo fue investigar y documentar la percepción de los actores locales sobre la DT en la comunidad indígena de Comachuén, Michoacán, por ser una localidad tradicional purépecha, donde coexisten elementos culturales y formas tradicionales de manejo del recurso tierra y de aprovechamiento del bosque, que permitan la comprensión de los factores involucrados en la percepción y actuación de los actores locales frente a la DT. Para lograr lo anterior se realizó una evaluación de campo utilizando un enfoque integral participativo, con un rasgo adicional que fue el uso de la lengua nativa durante la recopilación de información, lo que facilitó la comprensión de la percepción local con mayor profundidad. El levantamiento de la información de campo fue a través de entrevistas individuales y grupales aplicadas a productores agrícolas locales, y también se realizaron observaciones de algunos indicadores de procesos de degradación durante recorridos de campo utilizando una técnica de investigación participativa. La información registrada se agrupó de la siguiente manera: (a) Conocimiento tradicional del paisaje y manejo de los recursos naturales; (b) Procesos y causas de la degradación, (c) Factores socioeconómicos y culturales relacionados con la DT desde la percepción local, y (d) Elementos e indicadores para evaluar la DT desde la perspectiva técnica. (d) Análisis integrado y discusión de la información para identificar causas, impactos y respuestas,

utilizando el esquema DPSIR. Los resultados indican que los actores locales tienen amplios conocimientos tradicionales sobre el recurso tierra y perciben la DT como un fenómeno que está afectando sus recursos y su capacidad de proveerles de bienes y servicios: Tienen sus propios indicadores para identificar al tipo y grado de DT. Se observa que la DT es un fenómeno complejo y que los actores locales utilizan diferentes estrategias de adaptación. Sin embargo se encuentran en un círculo vicioso de degradación–pobreza–desorganización en el que influyen de manera decisiva los factores socioeconómicos y culturales, y donde la degradación mantiene una tendencia creciente con riesgos para la sostenibilidad en el manejo de los recursos naturales de la comunidad. Se concluye que un enfoque de evaluación integral participativo es adecuado para comprender los factores involucrados en el fenómeno de la DT al nivel local así como para plantear alternativas pertinentes en comunidades similares.

Palabras Clave: Degradación forestal, degradación del suelo, calidad de tierra, comunidades purépechas, maíz de humedad, conocimiento local, agricultura tradicional.

CONTENIDO

Cap.		Pág.
	AGRADECIMIENTOS	iii
	DEDICATORIA	iv
	PRESENTACIÓN	v
	RESUMEN	vi
	LISTA DE CUADROS	xii
	LISTA DE FIGURAS	xvi
	ACRÓNIMOS	xviii
I	INTRODUCCIÓN	1
II	ANTECEDENTES, JUSTIFICACIÓN y OBJETIVOS	9
	2.1. Objetivos e hipótesis	9
	Objetivo principal	9
	Objetivos particulares	9
	Hipótesis	9
	2.2. Antecedentes	10
	2.2.1. Estudios sobre la DT en México	10
	<i>Estudios de la DT al nivel nacional</i>	10
	<i>Estudios de la DT al nivel local</i>	17
	<i>Discusión y conclusiones sobre análisis de la DT en México</i>	19
	2.2.2. Uso de la tierra y manejo de recursos naturales en la Región Purépecha	21
	2.2.3. Degradación de recursos naturales en la Región Purépecha y comunidad de estudio	23
	<i>Estudios sobre la región purépecha</i>	23
	<i>Estudios sobre la comunidad de Comachuén</i>	31
	2.3. Justificación	34
	Importancia de una evaluación de DT	34
	¿Por qué en la comunidad indígena de Comachuén?	36
	Planteamiento del problema de investigación	37
	Preguntas de investigación	40
III	MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	41
	3.1. La DT en el contexto del cambio global	43
	Dimensiones y tendencias globales y regionales de la DT	44
	3.2. Conceptos y definiciones en relación con la DT	47
	Tierra y suelo	47
	Degradación de tierras, y desertificación	48
	Calidad de la tierra, calidad del suelo y salud del suelo	51
	3.3. Factores causales de la DT	52
	3.4. Enfoques y perspectivas en evaluación de la DT	56
	Preguntas clave para ubicar y elegir un método de evaluación	56

	Enfoques en la evaluación de la DT	57
	Perspectiva de la evaluación	58
	<i>Perspectiva biofísica y conservacionista</i>	60
	<i>Perspectiva de la ecología política</i>	60
	Inclusión de conocimientos tradicionales y diálogo de saberes	61
	3.5. Métodos para la evaluación de la degradación de tierras: panorama global y local	63
	Análisis comparado de métodos más conocidos	63
	<i>Métodos de evaluación global/regional</i>	64
	<i>Métodos de evaluación al nivel local</i>	69
	Discusión sobre métodos de evaluación de la DT	71
	Conclusiones sobre los métodos de evaluación	75
	3.6. La perspectiva local en las evaluaciones de DT	76
	Percepción local de la DT	76
	Indicadores locales de la DT	78
	Algunas diferencias entre los conocimientos locales y científicos	82
	Integración de conocimiento local y científico – Potencial y limitaciones	82
	3.7. La lucha contra la DT al nivel local en países en desarrollo	84
	Estrategias de los agricultores para enfrentar la DT	85
	Alcances de las estrategias de mitigación y combate a la DT	87
	3.8. Discusión y conclusiones del marco teórico y conceptual	89
IV	MÉTODO	95
	4.1. La comunidad de estudio - Condiciones generales	95
	4.1.1. Ubicación y colindancias	95
	4.1.2. Aspectos biofísicos generales	95
	4.2. Aspectos culturales y socioeconómicos	99
	4-2-1. Identidad étnica y cultural de Comachuén	99
	4.2.2. Aspectos socioeconómicos y demográficos	101
	4.2.3. Organización de la comunidad y tenencia de la tierra	102
	4.3. Breve descripción de los fundamentos del método empleado	105
	4.4. Fases y etapas de desarrollo de la investigación	111
V	RESULTADOS	116
	5.1. Las actividades productivas en Comachuén	116
	5.1.1. Agricultura y ganadería	116
	5.1.2. Aprovechamiento del bosque y trabajo de la madera	121
	5.1.3. Otras actividades económicas	123
	5.2. Conocimiento local del recurso tierra	125
	5.2.1. Tierra y unidades de paisaje	125
	<i>Concepto local de tierra</i>	125
	<i>Unidades de paisaje locales</i>	126
	<i>Tipos y clases de tierras</i>	128
	5.2.4. Conocimiento de flora y fauna	132
	5.3. Percepción local de la DT	139
	5.3.1. Los entrevistados	140
	5.3.2. Percepción de la DT por jóvenes	140
	5.3.3. Percepción de la DT por adultos	144

5.3.4. Estado de conservación/degradación de la tierra desde la perspectiva local	152
<i>Grado de deterioro del bosque</i>	152
<i>Grado de deterioro de las tierras agrícolas</i>	153
<i>Impactos de la DT desde la perspectiva local</i>	153
5.4. Aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la DT – percepción local	154
5.4.1. Percepción de los jóvenes	155
5.4.2. Percepción de los adultos	161
5.5. Alternativas para revertir la DT en Comachuén desde la perspectiva local	163
5.5.1. Alternativas planteadas por los jóvenes	163
5.5.2. Alternativas planteadas por los adultos	166
5.5.3. Otras opiniones sobre alternativas de restauración de tierras	167
5.5.4. Comentarios de adultos sobre aspectos históricos del manejo de la tierra en la comunidad	168
5.6. La DT desde la perspectiva técnica	169
5.6.1. Elementos para la evaluación de la DT desde la perspectiva técnica	170
5.6.1.1. El recurso suelo/tierra	170
<i>Ambientes para la producción agrícola y forestal</i>	170
<i>Perfiles de suelo – Ubicación y uso de la tierra</i>	171
<i>Morfología de suelos – Aspectos sobresalientes</i>	174
<i>Infiltración de agua en capa superficial del suelo</i>	180
<i>Fertilidad del suelo</i>	182
<i>Rasgos de erosión hídrica y erosión eólica</i>	186
5.6.1.2. Otros factores bióticos y abióticos que influyen en la producción de maíz	187
<i>Principales plagas y enfermedades del maíz</i>	187
<i>Otros indicadores de calidad del suelo/tierra</i>	189
<i>Factores abióticos que limitan la producción agrícola</i>	192
5.6.1.3. Los rendimientos de maíz como cultivo principal	192
<i>Sitios de muestreo y componentes de rendimiento</i>	193
<i>Clasificación de rendimientos de maíz</i>	196
5.6.1.4. Cambio de cobertura y uso de terreno	197
<i>Metodología</i>	197
<i>Clases de cobertura de terreno</i>	199
<i>Superficies y uso de terreno</i>	200
<i>Resultados del análisis de cobertura y uso de terreno</i>	200
5.6.2. Evaluación de la DT desde la perspectiva técnica	202
5.6.2.1. Análisis de la información para la evaluación técnica de la DT	203
<i>Procesos e indicadores de degradación del suelo-</i>	
DISCUSIÓN-	203
<i>Los niveles de rendimiento de maíz</i>	206
<i>Dinámica de la cobertura y usos de terreno</i>	207
5.6.2.2. Evaluación integrada de la DT desde la perspectiva técnica	207
VI DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	210
6.1. Conocimiento local y aprovechamiento del recurso tierra	210
6.1.1. Conocimientos sobre el recurso tierra	210
<i>Unidades de paisaje (tierra)</i>	210

	<i>Conocimientos sobre plantas y animales</i>	211
	<i>Clases de tierra</i>	213
	6.1.2. Conocimientos sobre el uso de la tierra	215
	<i>Aprovechamiento del bosque</i>	215
	<i>Conocimiento local sobre prácticas agrícolas</i>	216
6.2	¿Cómo perciben los actores locales la DT?	219
	6.2.1. ¿Por qué separar percepción de jóvenes y de adultos?	219
	6.2.2. Percepción de jóvenes sobre la DT	220
	<i>Importancia y situación de la agricultura</i>	220
	<i>Degradación del bosque</i>	221
	<i>La DT en tierras agrícolas</i>	222
	6.2.3. Percepción de adultos sobre procesos e impactos de la DT	223
6.3	¿Qué aspectos socioeconómicos y culturales están relacionados con la DT desde la percepción local?	231
	6.3.2. Percepción de los jóvenes	231
	6.3.2. Percepción de los adultos	234
6.4	Integración de la percepción local - Procesos, causas e indicadores de la DT – Jóvenes y adultos	236
	6.4.1. Identificación de causas, procesos, indicadores e impactos de la DT desde la percepción local	236
	6.4.2. Análisis integrado de la percepción local (jóvenes y adultos) sobre la DT con base en el esquema DPSIR	239
6.5	¿Cómo se valora la DT desde la perspectiva técnica?	242
	6.5.1. Condiciones ambientales para la producción agrícola y forestal	242
	6.5.2. Diversidad y calidad de los suelos	245
	6.5.3. Las evidencias de erosión hídrica y eólica	247
	6.5.4. La fertilidad/calidad de los suelos	247
	6.5.5. Incremento de la necesidad de fertilizantes	248
	6.5.6. Degradación del suelo por labranza mecanizada	250
	6.5.7. El deterioro de la cobertura vegetal (bosque)	251
	6.5.8. Síntesis de la evaluación de la DT desde la perspectiva técnica en esquema DPSIR	253
	6.5.9. Conclusión general – La DT desde la perspectiva técnica	256
6.6	Integración de las perspectivas local y técnica sobre la DT – Diferencias y complementariedades	257
6.7	¿Qué alternativas se vislumbran para revertir la DT?	262
	6.7.1. Desde la perspectiva local	262
	<i>Perspectiva de los jóvenes</i>	262
	<i>Perspectiva de los adultos</i>	264
	6.7.2. Alternativas desde la perspectiva técnica	266
	<i>Fortalecimiento de la organización comunitaria y plan de acción</i>	266
	<i>Aspectos clave para la restauración de tierras desde la perspectiva técnica</i>	270
	6.7.3. Integración de perspectivas local y técnica sobre alternativas a la DT – Complementariedades	273
VII	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	274
	Método utilizado: sus virtudes y oportunidades	274
	Conocimiento local del recurso tierra	274
	Percepción local de la DT	276
	Aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la DT	279
	Perspectiva técnica de la DT	282

La visión integrada (“híbrida”) sobre la DT	285
Identificación de alternativas a la DT – perspectivas local y técnica	287
Perspectivas (escenarios) sobre la problemática socio-ambiental y productiva de Comachuén	290
Recomendaciones	292
REFERENCIAS	294
ANEXOS	321
Anexo 1. Formato de entrevista a jóvenes	321
Anexo 2. Formato de entrevista a adultos	323
Anexo 3. Relación de personas entrevistadas en la comunidad de Comachuén	325
Anexo 4. Datos complementarios sobre el procesamiento de madera en Comachuén	327
Anexo 5. Descripción de perfiles de suelo (ejemplo)	329
Anexo 6. Prueba de Mann Whitney de rendimientos de maíz	333

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Cambios en superficie de los principales usos de la tierra en la región purépecha 1986-2000 (Fuente: Guerrero et al, 2008)	30
Cuadro 3.1. Resumen de enfoques en el análisis de factores causales de la DT.	53
Cuadro 3.2. Principales factores causales y procesos involucrados en la DT	55
Cuadro 3.3. Comparación de métodos de evaluación más conocidos (hasta 2010)	65
Cuadro 3.4. Indicadores biofísicos frecuentes utilizados por comunidades locales para evaluar la degradación de tierra/suelo, reportada en la literatura científica	79
Cuadro 4.2. Climas en la comunidad de estudio y el área colindante hacia el sur	97
Cuadro 5.1. Principales plantas cultivadas en campo y en huertos familiares en Comachuén	117
Cuadro 5.2. Tipos y número de talleres familiares que trabajan madera en Comachuén (2009).	123
Cuadro 5.2.1. Significados del concepto tierra (<i>echeri</i>) en la lengua purépecha.	126
Cuadro 5.2.2. Nombres de parajes o unidades de tierra locales (Nivel 3) en la comunidad de Comachuén.	129
Cuadro 5.2.3. Tipos de tierra identificados desde el conocimiento local, con énfasis en el uso agrícola.	133
Cuadro 5.2.4. Plantas herbáceas comunes en tierras agrícolas y forestales de la comunidad de Comachuén.	134
Cuadro 5.2.5. Usos de las principales especies arbóreas y arbustivas de los bosques de Comachuén.	137
Cuadro 5.2.6. Animales que existen en el monte (Referidos para el Cerro de la Bandera y otras áreas de la comunidad).	138
Cuadro 5.3.1. Características de la muestra de personas entrevistadas sobre la percepción local de la DT en Comachuén	140
Cuadro 5.3.2. Percepción de jóvenes sobre la importancia y situación de la agricultura en Comachuén. (<i>Pregunta 7 ¿Cómo está la agricultura de la comunidad actualmente?</i>).	141
Cuadro 5.3.3. Percepción de jóvenes sobre el estado actual del bosque. (<i>Pregunta 2. ¿Cómo se encuentra el bosque actualmente?</i>)	141
Cuadro 5.3.4. Percepción de jóvenes sobre las causas de la deforestación en Comachuén. (<i>Pregunta 3. ¿Por qué ocurre la deforestación?</i>)	142
Cuadro 5.3.5. Percepción de jóvenes sobre los agentes que participan en la deforestación en Comachuén (<i>Pregunta 4. ¿Quiénes intervienen en la deforestación?</i>)	142
Cuadro 5.3.6. Percepción de jóvenes sobre la condición de las tierras agrícolas en cuanto a su conservación/degradación. (<i>Pregunta 5 ¿Cómo se encuentran las tierras en cuanto a su calidad y conservación?</i>)	143
Cuadro 5.3.7. Percepción de jóvenes sobre las causas de la degradación de tierras agrícolas en Comachuén. (<i>Pregunta 5.1 ¿Por qué?</i>).	144
Cuadro 5.3.8. Percepción de jóvenes de los efectos de la deforestación sobre la comunidad de Comachuén (<i>Pregunta 9: ¿Cómo afecta la deforestación a la comunidad?</i> y <i>Pregunta 10 ¿Cómo afecta la deforestación a la calidad del bosque y de la tierra?</i>)	144
Cuadro 5.3.9. Percepción de los adultos sobre la degradación de las <i>tierras de monte</i> (forestales). (<i>Pregunta 15. ¿Las tierras de monte han sido degradadas?</i>).	145
Cuadro 5.3.10. Percepción de los adultos sobre la degradación en tierras agrícolas (<i>Pregunta 3: ¿Están degradadas esas tierras?</i>)	146
Cuadro 5.3.11. Indicadores de calidad/degradación de las tierras de uso agrícola utilizadas por los agricultores en la comunidad de Comachuén	147

(Pregunta 8: <i>¿Cómo reconoce las tierras cuando son buenas o cuando son corrientes?</i>)	
Cuadro 5.3.12. Ubicación de las tierras por su calidad entro de la comunidad de acuerdo a la percepción de los agricultores adultos.	147
Cuadro 5.3.13. Percepción de las causas que provocan la degradación de las tierras agrícolas de acuerdo a los agricultores adultos (Pregunta 4 <i>¿Por qué han sido degradadas esas tierras?</i>).	148
Cuadro 5.3.14. Percepción de los agricultores adultos sobre los efectos negativos de los fertilizantes “químicos” en las tierras agrícolas (Pregunta 6: <i>¿De qué manera afectan los fertilizantes a la tierra?</i>).	148
Cuadro 5.3.15. Percepción local de adultos sobre los impactos de la deforestación como proceso de la DT a distintos niveles en Comachuén. (Respuestas concentradas a partir de varias preguntas)*.	149
Cuadro 5.3.16. Percepción de agricultores sobre el impacto de la DT sobre la disponibilidad de agua de manantiales en Comachuén (Pregunta 16. <i>¿Ha habido cambios en los manantiales o en el agua?</i>)	151
Cuadro 5.3.17. Existencia de programas de conservación de tierras de acuerdo a los agricultores adultos en Comachuén (Pregunta 13 <i>¿Ha habido programas de conservación de tierras?</i>).	151
Cuadro 5.4.1. Percepción de los jóvenes sobre los principales problemas en la comunidad (Pregunta 1 <i>¿Cuáles son los principales problemas para los jóvenes de Comachuén?</i>)	156
Cuadro 5.4.2. Percepción de jóvenes sobre la organización de la comunidad (Pregunta 6 <i>¿Cómo es la organización comunal actualmente?</i>).	157
Cuadro 5.4.3. Respuestas de los jóvenes sobre posesión de tierra en la comunidad (Pregunta 8. <i>¿Posees tierra o bosque propio o heredado?</i>).	157
Cuadro 5.4.4. Respuestas de jóvenes sobre emigración temporal de la comunidad (Preguntas 11 y 11.1)	158
Cuadro 5.4.5. Respuestas de jóvenes a los cambios personales por efecto de la emigración temporal (Pregunta: 12 <i>¿En qué forma te ha cambiado tu forma de pensar?</i>).	158
Cuadro 5.4.6. Percepción de jóvenes sobre la cultura purépecha (Pregunta 16 <i>¿Qué piensas de la cultura purépecha?</i>).	159
Cuadro 5.5.7. Percepción de jóvenes sobre las diferencias de pensamiento entre jóvenes y adultos en la comunidad (Preguntas 17 y 17.1)	159
Cuadro 5.4.8. Respuestas de jóvenes sobre sus aspiraciones para cuando adulto (Pregunta 18. <i>¿Qué te gustaría hacer cuando seas más grande de edad?</i>)	160
Cuadro 5.4.9. Respuestas de jóvenes sobre los aspectos que desearían que mejoraran en su comunidad (Pregunta 19. <i>¿En qué cosas te gustaría que mejorara la comunidad?</i>).	160
Cuadro 5.4.10. Problemática socioeconómica general en la comunidad (Pregunta 2. <i>Problemática socioeconómica</i>).	161
Cuadro 5.4.11. Percepción de adultos sobre la existencia de problemas agrarios de la comunidad y otras comunidades vecinas (Pregunta 21. <i>Problemática en torno a las tierras</i>).	162
Cuadro 5.4.12. Percepción de adultos sobre problemas socioculturales en la comunidad (Pregunta 23. <i>Problemática socio-cultural</i>).	162
Cuadro 5.4.13. Respuestas de adultos sobre la existencia de problemas internos con las autoridades (Pregunta 24. <i>Problemática con autoridades</i>).	162
Cuadro 5.5.1. Percepción de jóvenes sobre acciones que se han realizado en la comunidad para detener o revertir la DT. (Pregunta 13 <i>¿Qué se ha hecho en la comunidad para detener la deforestación?</i>).	164

Cuadro 5.5.2. Percepción de jóvenes sobre alternativas para combatir y revertir la DT y sobre quién debe tomar la iniciativa (Pregunta 14 y 14.19, <i>¿Qué alternativas habría a la deforestación?</i>).	164
Cuadro 5.5.3. Alternativas para revertir la DT en tierras agrícolas desde la perspectiva de los jóvenes (Preguntas 15 y 15.1)	165
Cuadro 5.5.4. Perspectiva de los adultos sobre conservación y alternativas para restaurar las tierras (Preguntas 13 y 17)	167
Cuadro 5.6.1. Datos geográficos y topográficos de los sitios de perfiles de suelo en Comachuén	172
Cuadro 5.6.2. Datos de identificación y uso de la tierra de los sitios de perfiles de suelo en Comachuén	173
Cuadro 5.6.3. Algunas propiedades fisicoquímicas de muestras compuestas de suelo de la capa arable (capa 0-30 cm) en parcelas utilizadas para cultivo de maíz de humedad en Comachuén	181
Cuadro 5.6.4. Algunas propiedades fisicoquímicas de muestras compuestas de suelo de la capa arable (capa 0-30 cm) en parcelas utilizadas para cultivo de maíz de humedad en Comachuén.	185
Cuadro 5.6.5. Factores abióticos que influyen en la producción agrícola en Comachuén.	191
Cuadro 5.6.6. Tipo de manejo y clase de tierra en relación con el rendimiento de maíz de humedad en predios muestreados en Comachuén (Ciclo 2009).	193
Cuadro 5.6.7. Componentes de rendimiento de maíz de “humedad” en Comachuén (Ciclo 2008-2009).	194
Cuadro 5.6.8. Definición de clases de cobertura de terreno para la comunidad de Comachuén.	199
Cuadro 5.6.9. Extensión de los usos de terreno en la comunidad de Comachuén para el año de 2011.	200
Cuadro 5.6.10. Resultados del análisis de cobertura de terreno en la comunidad de Comachuén, Michoacán, para el período 1989-2015.	202
Cuadro 5.6.11. Resumen de análisis de la DT desde la perspectiva técnica, utilizando el esquema DPSIR, en la comunidad de Comachuén, Michoacán.	208
Cuadro 6.1. Síntesis de la percepción de la DT por jóvenes en Comachuén con base en el esquema DPSIR.	224
Cuadro 6.2. Síntesis de la percepción local de la DT por adultos en Comachuén con base en el esquema DPSIR.	227
Cuadro 6.3. Resumen de la percepción local de jóvenes y adultos sobre los principales procesos, causas, indicadores e impactos de la DT en la comunidad de Comachuén.	238
Cuadro 6.4. Causas y efectos de la DT en la comunidad de Comachuén identificados desde la perspectiva técnica, usando el esquema DPSIR.	254
Cuadro 6.5. Integración de las causas y efectos de la DT en la comunidad de Comachuén identificados desde las perspectivas local y técnica usando el esquema DPSIR.	258
Cuadro 6.6. Resumen de alternativas desde la perspectiva local y técnica para revertir la DT en la comunidad de Comachuén, Michoacán.	272

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1. Enfoques, perspectivas y preguntas clave para ubicar y/o seleccionar un método de evaluación de DT.	58
Figura 4.1. Localización de la comunidad de estudio, Comachuén, Michoacán, México.	96
Figura 4.2. Gráfica de la dinámica poblacional de Comachuén (1990-2010).	102
Figura 4.3. Estructura de Gobierno Indígena de la Comunidad de Comachuén (Fuente: Villanueva, 2009)	103
Figura 4.4. Diagrama esquemático de las etapas y fases de la investigación.	112
Figura 5.1. Esquema general de uso de la tierra y actividades productivas e ingresos económicos en la comunidad de Comachuén	116
Figura 5.2. Esquema general de principal aprovechamiento del bosque en Comachuén	122
Figura 5.2.1. Transecto esquemático de diferenciación de unidades de paisaje a distintas escalas desde la perspectiva local en Comachuén	127
Figura 5.2.2. Perfil fisiográfico y principales unidades geomorfológicas identificadas en el conocimiento local de Comachuén.	128
Figura 5.3.1 Foto que muestra la deforestación “clandestina” en el paraje <i>Pinhurisii</i> (El pinar), tierra comunal. Se trata de pino ayacahuite plantado en un programa de reforestación en la década de los 70s, según testimonios.	152
Figura 5.6.1. Perfil fisiográfico del área de estudio mostrando componentes geográfico-naturales, uso y clases de tierra, y régimen de propiedad de la comunidad de Comachuén en 2010	171
Figura 5.6.2 Croquis de ubicación de sitios de perfiles de suelo en Comachuén	172
Figura 5.6.3. Panorámica de los sitios de descripción de perfiles de suelo	174
Figura 5.6.4. Fotos de perfiles de suelo descritos en Comachuén, Michoacán (2009)	176
Figura 5.6.5. Gráficas de humedad de campo en perfiles de suelo de Comachuén (Enero a mayo de 2009)	179
Figura 5.6.6. Prueba de infiltración en capa superficial de perfiles de suelo en Comachuén,	181
Figura 5.6.7. Gráficas de los valores de materia orgánica (MO%) y pH de los perfiles de suelo	183
Figura 5.6.8. Evidencias de erosión de suelos de Comachuén.	186
Figura 5.6.9. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de maíz en Comachuén.	189
Figura 5.6.10. Panorámica de parcelas de maíz muestreadas para cálculo de rendimiento de maíz en Comachuén (Ciclo 2009).	192
Figura 5.6.11. Fotos de mazorcas de las muestras para cálculo de rendimientos de maíz en Comachuén.	195
Figura 5.6.12. Gráfica de componentes de rendimiento de maíz de los sitios muestreados en Comachuén.	195
Figura 5.6.13. Cobertura de terreno en la comunidad de Comachuén, Michoacán, para el período 1989-2015.	201
Figura 6.1. Niveles de diferenciación de las unidades de paisaje desde el conocimiento local.	211
Figura 6.2. Niveles de diferenciación de estratos de plantas desde el conocimiento local en Comachuén.	212
Figura 6.3. Las fuentes de tracción en la agricultura de Comachuén: (a) yunta de bueyes; (b) carreta jalada por bueyes; (c) tractor barbechando.	216

Figura 6.4. Resumen de las causas subyacentes y los impactos locales de la DT derivados de la deforestación a distintos niveles de acuerdo a la percepción de los adultos en la comunidad de Comachuén, Michoacán.	229
Figura 6.5. Integración de la percepción local (de adultos y jóvenes) sobre las causas e impactos de la DT a distintos niveles en Comachuén, Michoacán.	240

ACRÓNIMOS

Sigla	Significado
ASSOD	Evaluación de la Degradación del Suelo para el Sur y Sureste de Asia (ASSOD, por sus siglas en inglés)
ASTER	Sensor ASTER
CC	Conocimiento científico
CCT	Cambio de cobertura de terreno
CCT	Cambio de cobertura de terreno
CDI	Comisión Nacional para la Atención a los Pueblos Indígenas (---chechar si es vigente el nombre---ver nota a pie de pag. 83)
CI	Conocimiento indígena (nativo)
CINSJP	Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Paragaricutiro (Michoacán México)
CL	Conocimiento local
CNLUD	Convención Nacional de Lucha contra la Desertificación (México)
CNULCD	Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la Desertificación (África)
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal (México)
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua (México)
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Áridas (México)
CoT	Cobertura de terreno
CS	Calidad de suelo
CSA	Conservación de suelo y agua
CT	Conocimiento tradicional
CUT	Cambio de uso de la tierra
CUT	Cambio de uso de la tierra
DPSIR	Marco “Causas– Presión–Estado–Impacto–Respuesta” (DPSIR, por sus siglas en inglés)
DSD	Consortio de Ciencia de las Tierras Secas para el Desarrollo (DSD, por sus siglas en inglés)
DT	Degradación de tierras
ENMST	Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (México)
FAO	Organización para la Alimentación y la Agricultura de las naciones Unidas (FAO, por sus siglas en inglés)
GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) para su aplicación por la UNEP y ejecución por la FAO (UNCCD, 2007)
GLADA	Evaluación Global de Degradación y Mejoramiento de Tierras (GLADA, por sus siglas en inglés)
GLASOD	Evaluación Global de la Degradación de Suelos inducida por el hombre (GLASOD, por sus siglas en inglés)

IGD	Índice general de degradación del bosque
IPBES	Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas (IPBES, por sus siglas en inglés)
IPCC	El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)
LADA	Evaluación de la Degradación de Tierras Secas (LADA, por sus siglas en inglés)
LADyOT	Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento territorial, Argentina
Landsat ETM+	The Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
Landsat TM	The Landsat Enhanced Thematic Mapper
M/P	Balance morfogénesis / pedogénesis
MA	Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA, por sus siglas en inglés)
MO	materia orgánica
NDVI	Índice Normalizado de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés)
NPP	Productividad primaria neta (NPP, por sus siglas en inglés)
ONG's	Organizaciones no gubernamentales (NGO's, por sus siglas en inglés)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PACD-México	Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México
PDD, DDP	Paradigma de la Desertificación de Dahlem (DDP, por sus siglas en inglés). Ver Huber-Sannwald et al. (2006).
pH	Reacción del suelo o potencial de hidrógeno del suelo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP, por sus siglas en inglés).
PPN	Productividad primaria neta (NPP, por sus siglas en inglés).
PR	Percepción remota
RUE	Eficiencia en el Uso de la Lluvia (RUE, por sus siglas en inglés)
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (México)
SIG	sistemas de información geográfica (GIS, por sus siglas en inglés)
SINADES	Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales
UNCCD	Convención de las Naciones Unidas para el Combate a la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés)
WMO	Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés)
WOCAT	Reseña Mundial de Enfoques y Tecnología de la Conservación (WOCAT, por sus siglas en inglés)

Capítulo 1

INTRODUCCION

La degradación o deterioro de los recursos naturales es un tema que nos preocupa como sociedad porque pone en riesgo la capacidad de los ecosistemas para proveer de los servicios vitales a los seres vivos. En este contexto, la *degradación de tierras* (DT), es un fenómeno de gran interés actual, con implicaciones globales y locales, y que ha sido definido de diversas maneras. Nachtergaele *et al.* (2009) la definieron como “*la reducción de la capacidad de la tierra para proveer de bienes y servicios de los ecosistemas y asegurar sus funciones sobre un período de tiempo para sus beneficiarios*”. Esta definición denota, además del carácter sistémico e integral del concepto tierra (o terreno, como traducción de *land*), la temporalidad como atributo del concepto de sustentabilidad. Una discusión sobre definiciones queda fuera del alcance de esta sección, por lo que podemos adoptar la anterior como referencia básica, ya que abarca las implicaciones al nivel físico, biológico y social.

El concepto de DT ha sido relativamente menos utilizado que el de su similar desertificación¹, así que para abordar el tema de evaluación de la DT es necesario hacer alusión a los antecedentes de lucha contra la desertificación. En 1994 se creó la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD, UNCCD por sus siglas en inglés) en la que se reconocía a este fenómeno, junto con la sequía, como un problema mundial y especialmente en África (ONU, 1994). Esta Convención entró en vigor en 1996 y tuvo sus antecedentes en la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente realizada en Estocolmo en 1972, y en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación (UNCOD, por sus siglas en inglés) en 1977, así como en la Cumbre para la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992 (CONAZA, 1994; UNCCD, 2012). Desde el establecimiento de la CNULD, aun cuando el tema central ha sido la desertificación, la DT ha sido reconocida como un concepto más amplio y paulatinamente ha tenido mayor preponderancia entre las entidades públicas ambientales y en la academia.

¹ Degradación de las *tierras secas* (drylands en inglés), o de las zonas áridas como se les denomina en México.

Actualmente se reconoce que la DT es tan relevante para la sociedad como otros temas de impacto global tales como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la creciente escasez de agua dulce, las sequías, etc., los cuales están intrínsecamente relacionados y se manifiestan de manera sinérgica (Kumar y Das, 2014; MEA, 2005; Reed y Stringer, 2015). Más aún, la DT no solo impacta en la dimensión ambiental sino que trasciende a otros ámbitos como la inequidad, emigración, pobreza, inseguridad, etc. (UNCCD, 2012).

A pesar de la importancia de la DT, las evaluaciones realizadas en diversas partes del mundo, a escalas local y/o regional, e incluso global, varían en sus enfoques y metodologías, y en su mayoría resultan parciales, fragmentadas o incompletas (de Jong et al., 2011; Eswaran et al., 2001; Gibbs y Salmon, 2015; Kapalanga, 2008; Safriel, 2007); por consecuencia sus resultados pueden ser poco comparables y a veces inconsistentes. Los escenarios, derivados de las evaluaciones de escala regional y global (Bai *et al.*, 2008; MA, 2005a; Zika y Erb, 2009), no son nada halagadores y aun con las discrepancias en los resultados y en los métodos, existe cierto consenso en que al nivel global la DT va en aumento, abarcando prácticamente todos los continentes, aunque también se reporta una aparente reversión en ciertas áreas, lo que algunos autores llaman “reverdecimiento”.

Para la realización de evaluaciones de la DT, se han empleado diversos enfoques y métodos, algunos enfocados a la degradación del suelo, otros a la desertificación y otros a la DT en su acepción amplia e integrada (ver “Capítulo 3, Marco Teórico” en esta tesis). Entre ellos se incluyen: GLASOD², enfocado a la degradación del suelo a nivel global con base en opinión de expertos; ASSOD³, de aplicación nacional y regional, con énfasis en la degradación del suelo y métodos más precisos que GLASOD; LADA⁴, enfocada a la DT en tierras secas, con un esquema integral, aplicable a nivel local y regional, y GLADA⁵, como una variante de LADA, aplicable a nivel global, utilizando un índice de vegetación: Otros más han sido desarrollados por grupos de investigadores que abordan la problemática desde una perspectiva integrada y con énfasis en aplicación local y

² Evaluación Global de la Degradación de Suelos (GLASOD, por sus siglas en inglés)

³ Evaluación de la Degradación del Suelo para el Sur y Sureste de Asia (ASSOD, por sus siglas en inglés)

⁴ Evaluación de la Degradación de Tierras Secas (LADA, por sus siglas en inglés)

⁵ Evaluación Global de Degradación y Mejoramiento de Tierras (GLADA, por sus siglas en inglés)

regional Entre estos destacan: el Sistema de Evaluación Integrada del LADyOT⁶, Abraham y Torres (2007); el Paradigma de la Desertificación de Dahlem (PDD, DDP por sus siglas en inglés), por Reynolds *et al.* (2007); y la Evaluación Participativa de la DT, por Stringer y Reed (2007), Reed y Dougill (2008), Lestrelin *et al.* (2007), y Roba y Oba (2008).

Con base en la diversidad de métodos y enfoques de evaluación, y considerando que la DT es multifactorial y contextual (Kertész, 2009; Pulido y Bocco, 2011; Warren, 2002) se puede decir que no existe a la fecha un método aplicable al nivel global que cubra todos los aspectos involucrados en el fenómeno de la DT, salvo el esquema LADA que a través de estudios locales y regionales puede ser escalado a nivel global (FAO, 2013). Algunos se enfocan a una parte de los recursos, por ejemplo al suelo o la vegetación, y otros se han diseñado para su aplicación en las zonas áridas o “tierras secas”⁷, esto es sobre desertificación, excluyendo el problema de la DT en las zonas húmedas. Desde la perspectiva de la desertificación, o degradación de las tierras secas, se estima que las tierras secas ocupan una gran extensión de la superficie continental y que son especialmente susceptibles a la degradación y además albergan a una gran población humana (FAO, 2003; Reynolds *et al.*, 2007). Al respecto hay una controversia por dicho enfoque hacia las tierras secas, ya que algunos consideran que ellas no necesariamente son más susceptibles a la degradación que las tierras húmedas.

Algunos de los datos más relevantes sobre la DT al nivel global, reportados en las dos últimas décadas, son los siguientes: degradación del suelo en un 15% de la superficie total continental (Oldeman *et al.*, 1991); degradación en un rango de 54% y 74%, con un promedio de 70% de las tierras secas (Dregne y Chou, 1992); desertificación (degradación de tierras secas) en un rango de 10-20% de la superficie continental (MA, 2005a); para el período de 1981-2003 no hubo incremento de la desertificación global (Helldén y Trottrup, 2008), y; para el período 1981-2003 un 24% de la superficie terrestre presenta DT (Bai *et al.*, 2008). Por su parte, Zika y Erb (2009) estimaron que aproximadamente el 2% de la PPN⁸ terrestre global se pierde cada año debido a la degradación de las tierras secas, es decir por desertificación. A reserva de un análisis más profundo, puede verse

⁶ LADyOT, Laboratorio de Desertificación y Ordenamiento territorial, Argentina.

⁷ Se refiere a las tierras áridas, las semiáridas y las subhúmedas secas.

⁸ PPN, productividad primaria neta.

que los datos anteriores no son comparables de manera directa, debido principalmente a que fueron obtenidos mediante métodos y enfoques diferentes, No obstante, nos dan una idea de la magnitud del problema.

Con base en las evidencias de diversas evaluaciones, la DT parece incrementarse en la últimas décadas en todos los continentes, con posibles efectos negativos sobre la capacidad de provisión de alimentos entre otros aspectos, particularmente en los países en vías de desarrollo (Lal, 2003; MA, 2005a; Mertz *et al.*, 2009; Santibañez y Santibañez, 2007). No obstante, existen esfuerzos importantes de organismos y grupos de expertos que impulsan la formulación y aplicación de esquemas o metodologías de evaluación de la DT en una perspectiva integradora.

Una ventaja de la diversidad de enfoques y metodologías es que se puede disponer de métodos para ser adaptados o aplicados en casi cualquier situación o escala geográfica, ya que es posible mejorar o adaptar los métodos ya existentes para su aplicación en diversas condiciones climáticas y contextos específicos. Los procesos de degradación en tierras en áreas húmedas, donde no aplica el concepto de tierras secas; son evaluados por métodos que involucran el cambio de cobertura vegetal, pero también muestran algunas deficiencias que tienen que ver principalmente con la identificación y análisis de las causas de la degradación.

Un aspecto clave en el estudio y comprensión de la DT es la identificación y diferenciación apropiada de las causas que la originan. La correcta identificación se traducirá en estrategias y políticas públicas adecuadas, que permitan actuar directamente sobre la o las causas de origen. En muchos casos se comete el error de abordar sólo los síntomas de la DT, sin tomar en cuenta las causas subyacentes, o causas de raíz. El reto es identificar las causas subyacentes con la participación de los usuarios o poseedores de los recursos, y desarrollar alternativas a mediano y largo plazo a fin de que el aprovechamiento sea sostenible.

Existen diversos planteamientos para determinar la importancia relativa de los factores causales del deterioro ambiental y de la DT. Por ejemplo, algunos autores plantean que la agricultura de subsistencia, la pobreza y el analfabetismo pueden ser causas importantes, sin embargo, este es un punto de controversia, ya que muchos otros especialistas muestran

que el deterioro tiene raíces más diversas y complejas que las anteriormente sugeridas (Warren 2002, Gisladottir y Stocking 2005; Abraham et al. 2006), y sigue siendo un tema de discusión, por lo que la tendencia es a aceptar esa complejidad en las causas.

Un estudio básico para comprender la jerarquía de las causas de raíz es el de Geist y Lambin (2001) aplicado a la deforestación en regiones tropicales. Otro más es el reporte de Verolme y Moussa (1999) donde se identificaron las causas subyacentes de la deforestación y degradación forestal en casos de estudio de diversos países, particularmente aplicado a grupos indígenas. Por último, un esquema de integración de factores con impactos y respuestas, que ha resultado bastante efectivo para estudios integrales y participativos de la DT, es el de Factor-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (DPSIR, por sus siglas en inglés). De hecho este esquema ha sido adoptado en el proyecto LADA (Nachtergaele y Licona-Manzur, 2008) y aplicado en diversos estudios de caso (Agyemang et al., 2007; Kusimi y Yiran, 2011) en otros estudios sobre biodiversidad (Maxime et al., 2009; Omann et al., 2009).

Otro aspecto importante en las evaluaciones de la DT, sobre todo al nivel local, son las motivaciones y percepciones de los actores locales ante ese fenómeno. Varios de los métodos se han realizado con enfoques que excluyen la visión de los usuarios de los recursos lo que muchas veces dificulta la comprensión cabal de los factores que influyen sobre la degradación. En este sentido, diversos autores han hecho énfasis en la necesidad y utilidad de incluir las percepciones locales de la DT (Botha y Fouche, 2000; Fernández-Moreno, 2008; O'Higgins, 2007; Sandoval-Contreras, 2013; Stocking, 2005), debido a que ellas influyen en las decisiones sobre el manejo de los recursos naturales y también es al nivel local donde se pueden iniciar las acciones.

Con respecto a la región de interés en este estudio, la región purépecha, se trata de paisajes montañosos y con climas y suelos adecuados para una cobertura de bosque de pino (*Pinus* sp.) y encino (*Quercus* sp.), y sus combinaciones, principalmente. Aunado a estas condiciones se tiene que ha sido el lugar de asentamiento de la cultura purépecha desde hace muchos siglos y aunque actualmente esta cultura ha tenido diversos cambios, algunos no tan favorables, sobre todo a partir de la segunda mitad del siglo pasado, la mayoría de las comunidades mantiene aspectos culturales que los identifican con su cultura y sus antepasados.

Las actividades económicas principales de la región purépecha, desde hace siglos, han estado relacionadas con el aprovechamiento del bosque y de la producción agrícola. La extracción de madera (para muebles y artesanías) y la agricultura de maíz en rotación con avena forrajera, son las fuentes de ingreso principales de las poblaciones. Sin embargo es evidente la degradación de los recursos naturales, particularmente la cobertura vegetal, tanto por la extracción de madera como la deforestación y/o cambio de uso del suelo para introducción de cultivos con orientación más comercial. Aunado a ello, hay evidencias de que la degradación de los recursos naturales y de los sistemas de producción también lleva siglos, y no necesariamente por las comunidades indígenas (Álvarez-Icaza et al., 1993; Linck, 1987; West, 2013), observándose que dicho fenómeno se ha acentuado en las últimas décadas (De la Tejera et al., 2013; Morales y Cuevas, 2011; INIFAP, 2012; Orozco-Ramírez et al., 2017).

Actualmente la degradación de la cobertura vegetal se ha agudizado por fenómenos socioeconómico que se manifiestan en procesos de deforestación, degradación forestal, deterioro del suelo, deterioro de cuerpos de agua y manantiales (Barsimantov y Navia, 2012; Flores et al., 2014; INIFAP, 2012; Morales y Cuevas, 2013) y también una aparente reversión de la cobertura por incremento de vegetación secundaria como resultado del abandono de tierras agrícolas, principalmente en laderas o pies de monte (Arredondo-León, 2017; Garibay y Bocco, 2011). Más aún, existen cambios en los modos de producción y las relaciones de mercado y fuerza de trabajo que han sido exacerbados en las últimas décadas. Aunque la tecnología tipo Revolución Verde no entró de lleno en las comunidades, algunos elementos fueron adoptados paulatinamente desde varias décadas atrás (Lemus, 1995; Romero, 1995; West, 1948), pero sobre todo en las dos últimas (Alarcón-Cháires, 2001; De la Tejera et al., 2013; Orozco-Ramírez et al., 2017; Pulido y Bocco, 2013), coincidiendo con la entrada y vigencia del TLC.

Un aspecto que también es importante señalar es que se ha resaltado la existencia de conocimientos tradicionales en el manejo de la tierra (Barrera-Bassols et al. 2009; Pulido y Bocco, 2003) en las comunidades purépechas y que existen conocimientos bastante complejos que son parte de la cosmovisión y cultura de los actores locales (Barrera-Bassols et al., 2006; Pulido y Bocco, 2016), y se percibe que en general la continuidad de ese tipo de conocimientos hacia las nuevas generaciones gradualmente se va perdiendo

principalmente por desfases en su concepción y utilidad cotidiana, por la ruptura del diálogo y por confrontación de nuevas formas de sobrevivencia entre personas que emigra (Castilleja, 2011).

Por último, cabe mencionar que en la región se han realizado escasos estudios sobre la DT, y pocos con un enfoque integral, es decir que se consideren aspectos biofísicos, así como económicos y socio-culturales. No obstante, hay diversos trabajos que han sido hechos sobre la problemática de manejo de los recursos naturales, y de su deterioro, en comunidades vecinas, pero que reflejan las condiciones que han prevalecido en el área de interés. Entre estos resaltan los siguientes: Works y Halley (2004), que hacen una comparación de la degradación forestal de Sevina y Pichátaro; Gallegos (2003) que analizó los aspectos organizativos para el manejo de los recursos forestales de Sevina; Farshad y Barrera-Bassols (2003), que compararon la DT vinculada al uso agrícola en dos casos de estudio, Irán y México (Pichátaro). En estos estudios se plantea la problemática en torno al manejo de tierras y recursos forestales, así como los factores biofísicos y socioeconómicos que influyen en el deterioro de los recursos., entre otros aspectos. Un caso también interesante es el estudio de tipo etnográfico realizado en la comunidad purépecha de Pamatácuaro por Sandoval-Contreras (2013) en el que aborda la problemática y perspectivas del bosque desde la percepción local.

Es evidente, entonces, la necesidad de estudios sobre el fenómeno de la DT al nivel local con enfoque integral y participativo, entendido esto como un diálogo y compartición de saberes, que partan de los conocimientos y percepciones de los usuarios para poder dar respuestas y alternativas a las evidentes condiciones de deterioro del bosque y las tierras, así como a la falta de acciones para revertir dicho deterioro. Por lo anterior, esta investigación tiene como objetivo central hacer un análisis de la DT con enfoque integral y participativo como estudio de caso en una comunidad Purépecha, la cual tiene un régimen comunal de la tierra y presenta evidencias de degradación forestal y de la tierra, y que, como la mayoría de las comunidades de la región, ha tenido conflictos agrarios con comunidades vecinas, algunos superados y otros vigentes. Además muestra una población creciente donde las nuevas generaciones demandan empleos y generalmente no cuentan con tierra. Todo lo anterior en un contexto de creciente demanda sobre los recursos de la tierra y un aparente círculo vicioso pobreza – degradación de la tierra.

Capítulo 2

OBJETIVOS, ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Objetivos e hipótesis

Objetivo principal

Describir y analizar la percepción social, especialmente de adultos y jóvenes, sobre los procesos y causas de la degradación de la tierra, desde una perspectiva integral, e identificar alternativas de manejo sostenible en la comunidad indígena de Comachuén, Michoacán.

Objetivos particulares

Hacer un análisis del **conocimiento local** sobre los recursos de la tierra y las **percepciones** sobre las causas y efectos de la degradación de tierras en el contexto local.

Describir y analizar los principales procesos de degradación de tierras desde la perspectiva técnica/científica, incluyendo los efectos ambientales, económicos y sociales.

Realizar un análisis complementario, a manera de “hibridación”, entre la evaluación técnica, el conocimiento local y la percepción local sobre los procesos y causas de la degradación de tierras.

Realizar un análisis de posibles alternativas para revertir la degradación de tierras al nivel local mediante una interacción participativa entre actores locales y externos.

Hipótesis

La percepción social de una comunidad rural, cuya actividad sustantiva es la primaria, aporta claves insustituibles para la comprensión de los procesos de degradación de tierras y las posibles alternativas de manejo en el contexto local. Las causas indirectas o subyacentes de la degradación de tierras obedecen más a aspectos socioeconómicos y

culturales que a los biofísicos o tecnológicos. Hay evidencias biofísicas que muestran la existencia de degradación de tierras en la comunidad de estudio las cuales refuerzan y complementan la percepción local. Existen alternativas de manejo, tanto locales como técnicas, para revertir la degradación de tierras en la comunidad de estudio, para lo cual se requiere de un proceso participativo de planificación a corto, mediano y largo plazo.

2.2 Antecedentes

2.2.1. Estudios sobre la DT en México

La desertificación en México ha sido un tema de interés de instituciones de investigación y de gobierno desde la segunda mitad del siglo XX, y fue a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación, realizada en 1977 en Nairobi, Kenia, cuando se le dio más atención, al conformarse, de manera paralela a dicha Conferencia, el Grupo Intersecretarial de Asuntos Internacionales sobre Desertificación (GIAID). Este grupo fue quien propuso y logró la inserción de las recomendaciones 3 y 12 del Plan de Acción definitivo derivado de la Conferencia de Nairobi (UNEP-UNCOD, 1978), las cuales tratan sobre la necesidad de incorporar la participación pública y local en las estrategias y acciones (Recomendación 3), así como la pertinencia de considerar los aspectos socioeconómicos y otros aspectos relativos a la educación sobre aspectos del deterioro ambiental, incluyendo la desertificación (Recomendación 12). Una síntesis de los aportes del GIAID se encuentra en el libro editado por Medellín (1978:9).

Estudios de la DT al nivel nacional

El estudio (análisis) de la DT en México ha sido abordado desde diferentes ángulos y por varias instancias oficiales y de investigación. A continuación se comentan algunos de los aportes más relevantes encontradas en la literatura científica en torno a la degradación de recursos naturales en general, y a la evaluación de la DT/desertificación en particular, a nivel nacional de México.

Como referencia más antigua, Vivó-Escoto (s.a.) indica que la primera publicación que trató sobre la degradación de los recursos naturales en México utilizó el término “desertización” (Robles-Ramos, 1948), y fue producto de una discusión científica en el

seno de la “Mesa Redonda sobre la Conservación de los Recursos Naturales en México”, organizada por la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. Posteriormente, en las décadas de los (1970-1980) se abordó como “desertificación”, entendida ésta como la “expansión de los desiertos” o “la conversión de tierras en desiertos” (UNEP-UNCOD, 1978)), concepciones que posteriormente se consideraron inadecuadas. Como guía de evaluación de la DT en campo, en ese tiempo se empleó la Metodología Provisional para la Evaluación de la Degradación de los Suelos de FAO (1980). Por ejemplo, Estrada y Ortíz (1982) realizaron un estudio sobre la erosión hídrica al nivel nacional, utilizando dicha metodología, y reportaron que el 63% del territorio presentaba erosión, con un 8.62% de la superficie en la clase de severamente afectada.

En la década de 1990, y a raíz de las preocupaciones sobre el medio ambiente y la desertificación, y de los tratados internacionales derivados de ello, esto es la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro en 1992, y la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación en 1994, México signó dichos tratados y diseñó lineamientos para su atención. Entre ellos, y como producto relevante, se diseñó una propuesta oficial consistente en el Plan de Acción para Combatir la Desertificación en México (PACD-México), el cual fue encabezado por la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA, 1994). En dicho documento se consideró la desertificación como un asunto prioritario del país, y en consecuencia se plantearon las acciones necesarias, así como los mecanismos para su implementación con la participación de la sociedad.

En los años posteriores se elaboró un estudio sobre la degradación de los suelos (CP-SEMARNAT, 2002), que se describe con mayor detalle más abajo, y se actualizó la propuesta oficial de lucha contra la desertificación con el “Programa Nacional de Acción contra la Degradación de Tierras 2007-2030 y Mitigación de los Efectos de la Sequía”, a manera de actualización de la propuesta anterior de CONAZA de 1994, teniendo como objetivo “Fomentar el manejo sustentable de tierras para revertir los actuales niveles de degradación de los recursos naturales, reducir la vulnerabilidad a desastres naturales como la sequía y las inundaciones, fomentar la producción agropecuaria y forestal y apoyar el combate sostenido contra la pobreza (CONAFOR, 2006).

En ese tiempo también se planteó el primer esfuerzo por hacer una evaluación integrada de la DT al nivel nacional en el “Reporte sobre los efectos de las variaciones climáticas y las actividades humanas en la degradación de tierras en México” (SEMARNAT-CONAFOR-INE, 2007) en el que incluían los aspectos bióticos, hídricos y edáficos, además de plantear medidas para el combate a la DT. En el siguiente año se formuló la propuesta de manejo sustentable de la tierra (ENMST, 2008)., como se describe más abajo. En el “Informe de la situación del medio ambiente en México, 2012” se volvió a intentar una evaluación integrada de la DT, analizando el estado de conservación/deterioro de los recursos naturales por separado, pero al final no hubo un análisis integrado por lo que no se logró dicho propósito (SEMARNAT, 2013).

Con relación a la cobertura vegetal, como parte de los ecosistemas terrestres, es conveniente considerar sus cambios y su condición. Lo anterior debido a que la DT no se circunscribe a la degradación de suelos, ya que por definición abarca también el deterioro de la cobertura vegetal y los recursos hídricos, así como la pérdida de biodiversidad, entre otros aspectos. En este sentido, en México, se habla de la deforestación, la degradación forestal y el cambio de uso del suelo como los procesos antrópicos que más han contribuido a la DT y se ha dado principalmente por expansión de la frontera agrícola (agricultura y ganadería), por incendios y quemadas provocadas, por extracción de árboles para madera y leña, y otros factores como causas subyacentes (Campbell y Berry, 2003; Verolme y Moussa, 1999). En cuanto a la deforestación, para el período de 1976 a 2000, Mas *et al.* (2004) reportaron tasas de deforestación de 0.25 y 0.76% por año para bosques templados y selvas, respectivamente. Para el caso de las selvas, aunque la pérdida de su cobertura en México es alarmante, particularmente en el sureste del país, otras regiones del mundo han presentado tasas más altas, tales como África y Asia (1.7% y 1.4%, respectivamente), (FAO, 1993). Por otra parte, Bai *et al.*, 2008b, estimaron la DT para México, con datos de sensores remotos del período 1991-2003 y empleando el método de cambio de cobertura vegetal, en 487,804 km² (24.7% del territorio nacional).

Desde la perspectiva de los inventarios forestales, la CONAFOR reporta que en México se han realizado cinco inventarios, y señala que dos de ellos (Inventario Nacional Forestal 1961-1985 y el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009) son los que se

pueden considerar inventarios completos⁹. Estos inventarios han sido la base de las evaluaciones de degradación de recursos naturales y de la DT en los últimos años. Un estudio que sintetiza el deterioro forestal al nivel nacional es el realizado por Rosete-Vergés et al. (2013), quienes hicieron un análisis crítico de los datos resultantes de diversas evaluaciones anteriores y resaltaron la importancia de elegir una metodología adecuada que incluya la interpretación de los tipos de cobertura. Las superficies deforestadas, de acuerdo al estudio referido son: “para el periodo 1976-2007 una superficie anual deforestada de 534 707 ha, con una tasa anual de -0,08% para bosques, -0,41% para selvas y -0,36% para matorrales y mezquiales juntos”. El estudio concluyó que, de acuerdo a la revisión de datos disponibles sobre cobertura vegetal, ha habido una tendencia a la baja en la superficie deforestada, y sin embargo los reportes oficiales han subvalorado los datos de deforestación al incluir la vegetación secundaria como bosques restaurados.

Un análisis reciente, Leyva-Ovalle et al. (2017), reportan una evaluación de la degradación forestal a nivel de entidad federativa para lo cual utilizaron un índice general de degradación del bosque (IGD) y concluyeron que “el valor del IGD ponderado a escala nacional indica que, en general, para el periodo evaluado de cinco años¹⁰, los ecosistemas (forestales) del país no registran procesos considerables de degradación”. A simple vista la evaluación es poco precisa al nivel estatal y nacional, ya que no corresponde a lo que se percibe en la realidad, por ejemplo para el estado de Michoacán, donde la COFOM (2015) reporta cambios importantes en cobertura vegetal.

En relación a la degradación del suelo al nivel nacional, el estudio de SEMARNAT-CP (2002), el cual utilizó la metodología de evaluación de la Degradación del Suelo Inducida por el Hombre (ASSOD, por sus siglas en inglés), adaptada para las condiciones de México, reportó un mapa de degradación de suelos a escala 1:250,000. Este trabajo se realizó como parte de los inventarios nacionales forestales y de suelos¹¹. Su información

⁹ Sistema Nacional de Información Forestal de CONAFOR. url: <http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/portal/infys> (Acceso 08-Dic-2018)

¹⁰ De acuerdo a los autores “El análisis realizado consideró únicamente los conglomerados que fueron medidos en ambas etapas del Inventario Nacional Forestal y de Suelos (fase I 2004-2009 y remediciones 2009-2014). Al considerar ambos conjuntos de datos, el monitoreo de la degradación se realizó para un periodo de cinco años (2004-2009, 2005-2010, 2006-2011, 2007-2012, etc.).”.

¹¹ Ver: Los suelos de México url: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/03_suelos/cap3.html (Acceso 08-Dic-2018)

ha sido muy valiosa y es la base de datos más completa y actual sobre degradación de suelos a nivel nacional, siendo referida en múltiples documentos y programas de política ambiental¹². Con base en ese estudio el país presentaba suelos degradados por la acción humana en 45.1% de su territorio, terrenos estables o sin degradación aparente en 28.6% y terrenos sin uso en 25.9%. Encontraron, además, que los niveles de degradación extrema se relacionan con el crecimiento urbano, aunque este tema es discutible. Por su parte, los procesos dominantes de degradación de suelos reportados fueron: la degradación química en 18%, la erosión hídrica en 12%, la erosión eólica en 9% y la degradación física en 6%. Se indicó, además, que las principales causas de la degradación de suelos en el país fueron las actividades agrícolas poco sustentables y el sobrepastoreo en los diferentes ecosistemas. Esta tendencia es similar a lo que se reporta en otras regiones, excepto por el tema de urbanización sobre lo cual existen discrepancias.

Posteriormente un grupo de dependencias oficiales elaboraron un informe para el “Comité de Ciencia y Tecnología, como uno de los órganos subsidiarios, de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, particularmente en África (CNULCD)”, en el cual claramente se concibe la visión amplia de DT, pero adoptando finalmente el término de *desertificación* para estar acorde con los programas internacionales que usan este último concepto (SEMARNAT-CONAFOR-INE, 2007). Este trabajo, el cual es una compilación de diversos estudios realizados por instancias oficiales, es de los primeros documentos de análisis que intentaron una evaluación integral de la DT al nivel nacional.

En otro trabajo, se reportó una evaluación de los servicios ecosistémicos de México (Balvanera y Cotler, 2009), en colaboración con un amplio grupo de investigadores, donde se resaltó la gran riqueza en biodiversidad de los ecosistemas, mismos que han estado vinculados a la riqueza cultural de los grupos humanos que ancestralmente han habitado nuestro país. Señalaron, sin embargo, que los ecosistemas mostraron una tendencia a deteriorarse, lo que se traduce en un gran riesgo, particularmente para la provisión de agua y de los servicios de regulación. Propusieron tomar acciones integrales en materia de políticas públicas. De manera paralela, se realizó un análisis del estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas en el país (Sánchez-

¹² Ver: Degradación de suelos en México
url: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen14/03_suelos/3_2.html (Acceso 08-Dic-2018)

Colón et al., 2009), en el que se reportó que “en el año 2002, 72.5% del país aún estaba cubierto por comunidades naturales, pero solo 70% de estas eran comunidades relativamente poco alteradas”.

También por esos años fue desarrollada la Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras (ENMST)¹³ por el Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (SINADES), como sistema concurrente derivado de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, está constituido por diversas dependencias oficiales, organizaciones sociales e instituciones académicas. Tiene como objetivo actualizar los mecanismos de impulso a la implementación de la Convención Nacional de Lucha contra la Desertificación (CNLUD). La ENMST es un marco normativo y de acción planteado en 2008, y aunque su ámbito de interés principal inicialmente fueron las zonas áridas, el SINADES busca ampliar su alcance a otros ecosistemas, al reconocer que la DT es más amplia y va más allá de la desertificación (definida como la DT en tierras secas¹⁴). La ENMST planteó como objetivo general “Fomentar el manejo sustentable de tierras, en todos los ecosistemas del país, mediante la coordinación y concurrencia ordenada de acciones, programas y recursos de los tres órdenes de gobierno, y la participación de diversos sectores de la sociedad” (SEMARNAT, 2011:73). La propuesta pasó por un proceso de consulta pública (en 2009), cuyos resultados aparecen en dicha publicación. La ENMST actualmente ha sido puesta en marcha como programa (SEMARNAT, 2015) y a la fecha es la propuesta de política pública más completa en relación al manejo, conservación y restauración de los recursos de la tierra al nivel nacional.

En el estudio de línea base de la desertificación (CONAFOR-UACH, 2013), el cual se considera el estudio más integrado de la DT al nivel nacional, se indica que aproximadamente un 20% de la superficie del país presenta algún grado de erosión hídrica, y que la cobertura vegetal que se encuentra deteriorada en algún grado, representa el 54%, en tanto que 27% corresponde a la categoría de degradación severa. Señalan también que el 63,2% del país presenta algún grado de degradación edáfica y concluye

¹³ ENMST - Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. url: http://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Estrategia_Nacional_de_Manejo_Sustentable_de_Tierras.pdf (Acceso 08-Dic-2017).

¹⁴ Tierras secas o *drylands* como se usa en el contexto internacional corresponde aproximadamente a lo que en México se conoce como “zonas áridas y semiáridas”.

que: el 90.7% de la superficie nacional presenta algún tipo de degradación de tierras (177.64 millones de hectáreas) por causas naturales y antrópicas y “cerca de la mitad del país tiene problemas de severos a extremos de degradación de tierras”. Este estudio, junto con el de degradación de suelos (SEMARNAT-CP, 2002) y el de la ENMST, han sido los pilares para la propuesta más reciente de Diagnóstico del Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva, el cual tiene como objetivo principal “Establecer áreas de Manejo Sustentable de Tierras en las áreas con uso agropecuario que son limítrofes a la vegetación natural, en terrenos preferentemente forestales” (SEMARNAT, 2014), y que ya aparece como programa en operación de la SEMARNAT¹⁵.

Por otra parte, Bollo et al. (2014), en su trabajo sobre el estado del ambiente en México, utilizando el enfoque de paisajes, y tomando como unidad de análisis las unidades fisiográficas, encontraron que un 50,2% de la superficie nacional presentó algún grado de degradación del suelo; 47,9% presentó algún nivel de degradación de la cobertura vegetal, de la cual 22,3% correspondió a muy alta, 14,2% alta y 4,3% baja, en tanto que solo el 0,4% del país mostró modificación antropogénica en menos del 10% con respecto a la cobertura original. Este es otro esfuerzo importante por realizar una evaluación de la DT al nivel país desde la perspectiva de la geografía física.

Diversos otros estudios y proyectos sobre la DT/desertificación han sido desarrollados al nivel nacional, pero la mayoría de ellos no presenta continuidad, o son revisiones de trabajos anteriores, salvo algunos. Entre los primeros se pueden señalar: Campbell y Berry, 2003; Ceja, 2008; Hernández, s.a.; Oropeza, 2007; Pompa-García, 2011; Sánchez-Colón, 2003; Schneider, 1980.

¹⁵ Ver: <http://www.semarnat.gob.mx/apoyos-y-subsidios/programa-de-manejo-de-tierras-para-la-sustentabilidad-productiva> (Acceso 08-Dic-2018).

Estudios de la DT al nivel local

Algunos trabajos pioneros, al nivel local con un enfoque integral, han sido hechos en su mayoría en zonas áridas, como se describe a continuación: Dixon y Ponce-Hernández (2002) realizaron un estudio piloto, con el propósito de probar la aplicabilidad del esquema *Evaluación de la Degradación de Tierras Secas* (LADA, por sus siglas en inglés), en dos sitios de México; la microcuenca de El Alegre, Salinas, S.L.P., y Ejido Las Casitas, Puebla, siendo sus principales criterios de selección su ubicación en tierras secas (denominadas zonas áridas en México) y la evidencia de degradación de tierras. Encontraron que ambas áreas de estudio mostraron procesos de DT desde moderados a muy intensos. La pobreza, la falta de educación ambiental y conocimiento técnico sobre el manejo de praderas, así como la falta de políticas efectivas y esquemas institucionales para financiar la inversión y extensión en el área fueron identificadas como las causas indirectas (fuerzas motrices o causas subyacentes) de la DT. Entre los procesos de degradación, se identificaron la erosión hídrica y eólica, la declinación de la fertilidad del suelo y la contaminación de suelo y agua por disposición de desechos sólidos, principalmente en praderas. La variabilidad climática y la lluvia errática fueron identificadas como las principales causas indirectas en la degradación física de la tierra. Entre los aspectos sociales, se observó una estructura social con cambio generacional abrupto debido a la alta tasa de migración. A su vez la migración fue considerada como una de las respuestas, entre otras, al fenómeno de la DT. En cuanto a las políticas públicas, se encontró que existen leyes y marcos institucionales para combatir la DT, pero desafortunadamente no han sido suficientes y las que hay no se aplican de manera amplia y efectiva. Ante esta situación, la evaluación y control de la DT no parece ser una prioridad en las comunidades de estudio. Los autores observaron también una urgente necesidad de crear empleos locales en las áreas de estudio.

Otro estudio, con enfoque integral participativo de evaluación de la desertificación, es el realizado en una comunidad rural del norte de México, más específicamente en La Amapola, perteneciente al ejido Escalerillas en el estado de San Luís Potosí (Huber-Sannwald *et al.*, 2006), la cual se considera típica de las zonas áridas de México. El estudio, considerado como proyecto piloto, se basó en el Paradigma para el Desarrollo de

las Tierras Secas (*Dryland Development Paradigm*, o DDP)¹⁶, en el cual se adopta un enfoque integral participativo de la desertificación¹⁷. En ese trabajo se hizo énfasis en la interacción de aspectos biofísicos y socioeconómicos, además de otros principios del DDP (Stafford-Smith y Reynolds, 2002). Su principal aporte es que realiza un análisis en una comunidad típica de las zonas áridas donde el recurso hídrico es crucial para la interacción humano-ambiental y entonces se vuelve un elemento clave en estudios de la DT en comunidades similares. En un análisis posterior se profundizó sobre los alcances de este estudio (Huber-Sannwald et al., 2012).

Por otra parte, Vargas (2007) realizó un estudio sobre indicadores de desertificación en la zona de riego de la cuenca del río Conchos, ubicada en el estado de Chihuahua. En esta zona se presentan largas sequías y poca disponibilidad de agua. Encontró que los agricultores siguen diversas estrategias productivas para la sobrevivencia económica y que existe una variada percepción sobre el deterioro de los recursos, variación que respondió a la historia de la agricultura local vinculada al mercado en distintos niveles. Los agricultores percibieron cambios en la vegetación sólo cuando ésta tenía importancia utilitaria o productiva para ellos. En cambio el agua resultó ser muy importante y lo que más les preocupó fue su escasez. En cuanto al manejo del suelo, se encontró que la tecnología disponible permitió sostener un patrón de cultivo productivo, bajo un esquema de uso intensivo pero con altos costos de producción, lo cual es una aparente contradicción con el concepto manejo sostenible. Se concluyó que se requiere de indicadores más apropiados al contexto local específico para analizar la desertificación.

Muchos otros trabajos han sido reportados, pero se han hecho de manera aislada y sin aparente continuidad. Entre ellos se pueden mencionar los siguientes: Carreras-Serrano, 1985; González-Barrios *et al.*, 2002; López, 2001; Pando-Moreno *et al.*, 2002. Otros trabajos un poco más recientes, a nivel local, son: degradación de tierras en comunidades mazahua (García-Fajardo, 2011); degradación del suelo en la Reserva de la Biosfera Mapimí (Ramírez-Carballo et al., 2011); Diagnóstico de la degradación de la tierra en una microcuenca de Oaxaca (Martínez et al., 2015). Estos han sido hechos desde diversas

¹⁶ El DDP fue inicialmente conocido como el Paradigma de la Desertificación de Dahlen o *The Dahlem Desertification Paradigm* (Stafford-Smith y Reynolds, 2002).

¹⁷ Los reportes de otros estudios posteriores en otros países, basados en el DDP, pueden ser consultados en url: <http://www.apn-gcr.org/resources/items/show/1663> (Acceso 08-Dic-2018).

perspectivas y disciplinas, pero la mayoría coincide en la necesidad de aplicar un enfoque integral en el análisis de la DT. Sin duda deben existir otros trabajos que se hayan omitido involuntariamente y que podrán ser analizados en otro documento.

Discusión y conclusiones sobre análisis de la DT en México

Como se puede derivar de los documentos referidos arriba, México ha participado activamente, desde hace más de cuatro décadas, en los foros internacionales que tratan sobre temas ambientales, y particularmente en las Convenciones sobre Combate a la Desertificación y en la de Cambio Climático. Un aspecto relevante fue la participación de México en los primeros acuerdos internacionales, particularmente en la reunión de Kenia en 1977, donde se incluyeron los aspectos de participación pública y local de los usuarios de la tierra, así como los aspectos socioeconómicos, como factores importantes en el fenómeno de la desertificación / DT. A la luz de la evolución de los acuerdos posteriores y de las metodologías hoy conocidas, se considera que la participación de México ha sido muy acertada desde el evento referido.

No obstante, a pesar de los esfuerzos expresados en los acuerdos internacionales, y las consecuentes acciones al nivel nacional, para el combate a la desertificación, en los años posteriores se observó un continuado avance de la desertificación en diversas partes del mundo como lo señalaron algunos autores (Dregne, 1984; Mabbutt, 1987), adjudicándose esta situación a una falta de congruencia política que a falta de tecnologías. Una debilidad de estos esfuerzos es que en sus comienzos abordaron solo lo relativo a la desertificación, o degradación del suelo en las tierras secas, y no a la DT en su sentido amplio, tal como se manifiestan los procesos de degradación en la realidad, ya que estos no ocurren bajo límites climáticos, aunque se reconoció la diferencia e implicaciones de estos dos conceptos (CONAZA, 1994).

Un trabajo especial sobre degradación del recurso suelo a nivel nacional, considerado como referente, es el realizado con el método ASSOD¹⁸ por SEMARNAT-CP (2002), pero aún éste, aunque tiene muchas ventajas y presenta datos propios muy valiosos, sólo aborda el recurso suelo e incorpora escasa información de tipo sociocultural. Dicho

¹⁸ Evaluación de la Degradación del Suelo para el Sur y Sureste de Asia (ASSOD, por sus siglas en inglés).

estudio (SEMARNAT-CP, 2002) tuvo una perspectiva más bien productivista, abarcando las causas directas y procesos de la degradación del suelo, pero no abordó lo suficiente las causas indirectas. Aun así, a la fecha se considera el estudio más relevante en materia de degradación del suelo en México.

Los esfuerzos y convicción de instituciones oficiales como CONAZA, CONAFOR y SEMARNAT, así como la participación de universidades e instituciones de investigación han permitido la atención permanente al tema de lucha contra la desertificación/DT en nuestro país por más de cuatro décadas. La ENMST y su programa de acción derivado puede ser la punta de lanza para un cambio gradual hacia formas menos degradantes en el uso y manejo del recurso tierra.

Los estudios y análisis más recientes de la DT al nivel del país tienden a utilizar enfoques integrados, y de acuerdo a sus resultados, hay una fuerte afectación de la superficie debido a ese fenómeno, sobre todo por deforestación y degradación de suelos. La Línea base de DT elaborada por CONAFOR-UACH (2013) parece ser la evaluación más completa al momento y sin embargo será necesario analizar sus virtudes y deficiencias con el propósito de en lo futuro contar con evaluaciones más integradas, muy particularmente incluyendo las percepciones y estrategias de adaptación de las comunidades locales del medio rural.

A manera de conclusión general derivada de la información presentada en esta sección, podemos decir que existen diversos estudios sobre DT, algunos al nivel nacional y otros como estudios de caso al nivel local. Aunque la tendencia es a estudiar la DT con enfoque integral, todavía es incipiente la inclusión de las percepciones y los aspectos socioculturales de los usuarios locales de la tierra.

Asimismo, se observa que en general existen pocos trabajos sobre evaluación de la DT en comunidades de México, y particularmente en comunidades indígenas, las cuales en su mayoría cuentan con recursos naturales de uso común, y donde los factores la DT se perciben más complejos ya que involucran aspectos biofísicos, socioeconómicos y también culturales. Es por tanto pertinente estudiar las causas directas e indirectas de la DT, así como las razones por las que aparentemente las comunidades no están haciendo lo suficiente para mitigar o revertir el fenómeno. En este sentido una evaluación de la DT

con inclusión de las percepciones y conocimientos de los usuarios locales puede dar pautas para la comprensión de los procesos involucrados en la DT en una comunidad en particular.

2.2.2. Uso de la tierra y manejo de recursos naturales en la Región Purépecha

En general, en las comunidades de la Región Purépecha¹⁹ se presentan los siguientes usos de la tierra: silvicultura, agricultura y ganadería, los cuales fueron el centro de la economía de la región purépecha hasta hace unas décadas (Alarcón-Cháires, 2003; Gallegos, 2003; Garibay y Bocco, 2011), es decir, antes de la influencia más fuerte de la Revolución Verde. A pesar de los cambios socioeconómicos originados por la adopción a nivel de distintas regiones del país de ese modelo de producción, en muchas de las comunidades de la Región Purépecha ha persistido el manejo tradicional de las tierras, con un esquema productivo que integra dichas actividades (Alarcón-Cháires, 2009; Álvarez-Icaza, 1985; Ayala y Guerrero, 2009; Lemus, 1988; Pulido y Bocco, 2003), aunque en décadas anteriores (1970-2000) este tipo de actividades sufrió cambios importantes que tienen que ver con la disminución de su importancia económica (monetaria) y la introducción en mayor o menor medida de tecnologías modernas. En las dos últimas décadas, sin embargo, el cambio de uso de suelo hacia cultivos más comerciales ha mostrado una tendencia creciente con impactos aun impredecibles (De la Tejera et al., 2013; Garibay y Bocco, 2011; INIFAP, 2012; Orozco-Ramírez et al., 2017)

El bosque ha sido explotado de manera “irracional”, ya que no existen programas de manejo forestal, excepto en ciertas comunidades donde los comuneros se han podido organizar (Nuevo San Juan desde hace más de tres décadas, y Sevina en la pasada década, son ejemplos en Michoacán). Aunque los bosques originalmente se manejaban de manera estrictamente comunal, hoy en día se tienen asignaciones por barrios, por cuarteles, o por potreros, lo que dificulta la toma de consensos para un manejo adecuado. La degradación,

¹⁹ Para este trabajo utilizamos el nombre de Región Purépecha para referirnos a la zona serrana donde aún se conserva en gran medida la lengua *p'orhé*, y comprende total o parcialmente los municipios de la llamada Meseta Tarasca o Meseta Purépecha, ambas denominaciones consideradas incorrectas. Comprende comunidades que se encuentran en los municipios de Charapan, Cherán, Nahuatzen y Paracho. El resto de las localidades con población purépecha se asientan en parte de los municipios de Tangancícuaro, Los Reyes, Uruapan, Tingambato, Pátzcuaro, Erongarícuaro y Chilchota, y en menor proporción en otros municipios colindantes estos.

iniciada por la deforestación y fomentada por los usos no aptos de las tierras, además del uso de tecnologías no adecuadas a la cultura comunitaria (caso concreto de la motosierra y la sierra cinta), ha propiciado que en la región se tengan diversos efectos negativos en los ecosistemas, como el empobrecimiento de los suelos, principalmente por erosión y disminución de la materia orgánica, pero también disminución de la biodiversidad y modificación en los balances hídricos (Bravo-Espinoza *et al.*, 2009; Flores *et al.*, 2014; Gavito *et al.*, 2012; Tapia *et al.*, 2009; Toledo *et al.*, 2009).

Por otro lado, la agricultura tradicional ha sido modificada en cierto grado, desde la segunda mitad de la década de 1970. Entre los elementos introducidos, como efecto tardío de la “revolución verde”, se pueden mencionar los fertilizantes sólidos para cultivos anuales, los arados de fierro, y variedades mejoradas de avena y maíz. No obstante, la semilla de maíz cultivada en la mayor parte sigue siendo la nativa (criolla) debido a su adaptabilidad. Aunque los productores agrupan los maíces en: blanco, amarillo, azul y rojo, desde el conocimiento técnico esas clases de maíces pertenecen a diversas razas de maíz²⁰. Los fertilizantes contribuyeron al deterioro biológico y químico y los implementos de labranza a la erosión y pérdida de materia orgánica de los suelos. La importancia económica (monetaria) de los granos básicos en las últimas décadas ha mostrado una tendencia hacia la disminución por lo que su cultivo es principalmente bajo el esquema de autoconsumo, también llamado “de subsistencia”.

Un caso particular es el del cultivo del aguacate (*Persea americana* Mill.) el cual ha conducido al cambio de uso del suelo y a la deforestación. La tendencia en los últimos años ha sido a la expansión del cultivo de aguacate hacia la región Sierra Purépecha (Bravo *et al.*, 2009) lo cual implica la eliminación de la cubierta forestal (bosque de pino encino, fundamentalmente), o se deforesta parcialmente e introduce el cultivo dejando una parte de árboles de pino para luego eliminarlos completamente. Otro cultivo que se ha intensificado en los últimos años en esta región es la papa (*Solanum tuberosum* L.), el cual es cultivado por empresarios agrícolas de otras comunidades (de la región Zamora-Los Reyes y Tangancícuaro), y se observa en los municipios de Nahuatzen y Tingambato, y ha sido reportado en otras comunidades (por ej. en Patamban y Ocumicho entre otras). Ambos cultivos contribuyen a procesos de DT, fundamentalmente a través de la

²⁰ Una descripción amplia de las razas de maíz y sus características se puede encontrar en Carrera *et al.* (2004).

deforestación, la erosión del suelo, la disminución de la fertilidad del suelo (tema controversial), y la contaminación ambiental por agroquímicos. La razón por la que se da el cambio de uso de la tierra (CUT) es principalmente de tipo económico (alto precio del aguacate) y tecnológico (tierras templadas y tierras frías de la Sierra Purépecha son aptas para el cultivo de aguacate y papa, respectivamente). Un aspecto que también está inmerso en este cambio de uso es la parte cultural. Los agricultores no cuentan con la experiencia ni los contactos en la cadena productiva y de comercialización de dichos cultivos, por lo que prefieren rentar o vender en el caso de ejidos y pequeña propiedad) las tierras a personas de fuera, obteniendo así un mínimo ingreso por hectárea, pero a cambio de no arriesgar sus recursos monetarios. Incluso, como se dan casos donde los antiguos dueños de las tierras se vuelven peones de los nuevos propietarios.

2.2.3. Degradación de recursos naturales en la Región Purépecha y comunidad de estudio

Estudios sobre la región purépecha

La degradación de los recursos naturales de la Región Purépecha es un problema socio-ambiental antiguo, como se puede deducir de los siguientes resúmenes. En el libro de West (1946), considerado un texto referente para el estudio de la región, el autor aportó importantes señalamientos sobre la problemática ambiental relacionada con la deforestación de la Sierra. Indicó que a pesar del agotamiento del bosque de la porción norte durante la época Colonial, los bosques de pino y oyamel de la Sierra permanecían más o menos intactos y continuaban siendo la principal fuente del sustento de los purépechas serranos. Sin embargo, como él lo menciona, 50 años antes los aserraderos comerciales habían penetrado a la Sierra. Para entonces las compañías madereras pagaban derechos de extracción de madera, hasta agotar la existencia maderable, definida por inspección de autoridades forestales federales, y entonces el remanente de bosque era retornado a los pueblos. Mencionó como ejemplo que 50 años atrás el área de Nahuatzen, Sevina y Comachuén había sido completamente deforestada por los aserraderos, y en lugar de bosques había tierras "áridas" donde pastaba el ganado lanar, con algunos remanentes de bosque de pino, indicando una gran destrucción forestal.

En otro estudio, Linck (1987) indicaba que en la “Meseta Tarasca” para esa época las personas seguían teniendo un estilo de vida predominantemente indígena y campesinos y que el 85% de la tierra estaba bajo el régimen de propiedad comunal. Sin embargo, denotaba que los cambios en vías y medios de comunicación, y otros servicios como la luz eléctrica, la región había experimentado diversos cambios socio-culturales que contribuyeron a un proceso de cambio de modos de vida. La aparente apertura a la modernidad implicó cambios en las formas de aprovechamiento del bosque, materializado en un “saqueo” del mismo, y también cambios en las formas de trabajo de la tierra, a través de la entrada de elementos tecnológicos (tractor, fertilizantes) que contribuyeron al uso más intensivo de las tierras más planas y al “abandono” de las tierras marginales.

Gonzalo Chapela²¹, en alusión a su trabajo sobre el aprovechamiento de los recursos forestales en la Sierra Purépecha (Chapela, 1988) señala que “para ese tiempo, quedaban muy pocas comunidades con recursos forestales suficientes como para un proceso tipo Oaxaca, además de una serie de condiciones desfavorables para la organización regional, entre las que están un número grande de conflictos por límites entre las comunidades. En ese entonces, sólo podían contarse San Juan, San Ángel Zurumucapio, Cherán, San Felipe de Los Herreros y, ya casi en las últimas, Pichátaro (pero esta es más bien de la subregión lacustre o está en medio). En cuanto a método, este trabajo me mostró que los estudios y propuestas regionales de desarrollo requieren siempre entender la lógica de reproducción de las unidades familiares y cómo esta lógica conforma las redes de poder que, al final de cuentas, impulsan o impiden los proyectos económicos”.

Álvarez-Icaza *et al.* (1993), publicaron uno de los primeros trabajos interdisciplinarios sobre el deterioro ambiental en la denominada Meseta Purépecha. Analizaron la información estadística disponible para esas fechas en conjunción con información propia de campo. Utilizaron conceptos de la ecogeografía de Tricart y Killian (1982)²² para estimar el balance de los medios ecodinámicos, los cuales se clasifican en; estables, penestables, frágiles e inestables²³. Esta clasificación se basa en el grado en que los sitios

²¹ Comunicación personal (nov 2017), Universidad Autónoma Chapingo, C. R. Morelia.

²² Tricart, J. y J. Killian. 1982. La ecogeografía y la ordenación del medio natural. Barcelona, España. Ed. Anagrama. (Referido por Álvarez-Icaza *et al.*, 1993).

²³ Esta categoría fue un aporte de los autores (Álvarez-Icaza *et al.*, 1993). Para ajustarla a las condiciones de la región.

favorecen el balance morfogénesis / pedogénesis (M/P). En términos prácticos se refiere a la susceptibilidad al movimiento del suelo superficial debido a condicionantes biofísicas (cobertura vegetal y pendiente) y climáticas (precipitación pluvial). Con base en este enfoque encontraron que de un total de 1,614.5 km², la cuantificación de medios eco-dinámicos fue: estables (19.5%); penestables (35.6%); frágiles (26.9%) e inestables (17.9%). Considerando que los medios inestables son los que muestran evidencias de alteración de la cobertura vegetal y del suelo, es decir de tierras degradadas, y los frágiles como los propensos a la degradación, la suma de ambos (44.8%) es un dato bastante alto y que desde esas fechas se preveía la tendencia hacia un grave deterioro. Se puede observar sin embargo, que este enfoque no considera explícitamente el factor manejo, aparte de la modificación antrópica de la cobertura vegetal, el cual puede tener una influencia importante en el balance M/P. Por otra parte, en los municipios que consideran dentro de la región purépecha no incluyen a Chilchota mismo que cultural y ambientalmente es parte de la misma región. En resumen fue un buen trabajo de análisis pero desafortunadamente, ante las circunstancias actuales, los escenarios pesimistas parecen haber sido más acertados.

Works y Hadley (2000) hacen un comparativo fotográfico de “antes y después” de paisajes de la sierra purépecha, donde muestran las condiciones de cobertura vegetal y deterioro de varios lugares donde se puede apreciar que en muchos de ellos la cobertura vegetal mejoró después de cincuenta años. Mencionaron que, aun cuando esta apreciación puede contradecir lo reportado por otros autores que resaltan el deterioro forestal “el uso de la repetición de la fotografía documenta la expansión de los bosques, pero no revela las características estructural y de composición más importantes de la cubierta forestal”.

Alarcón-Chaires (2001), en su estudio de ecología y transformación campesina en Nahuatzen, Michoacán, denotaba un abandono de la agricultura tradicional en esa comunidad y la introducción de algunos elementos de la agricultura moderna, principalmente el uso de fertilizantes y el uso del tractor. Señalaba también una diversificación de actividades de los productores agrícolas y una tendencia hacia la pauperización de los mismos. Entre las actividades que ganaron importancia fue la explotación forestal, la cual estaba induciendo la disminución de la calidad de los bosques con una tendencia hacia la *encinización* (para referirse a la dominancia inducida del

encino (*Quercus* sp.) sobre el pino (*Pinus* sp.)). Indicó también una disminución de los *ekuaros* (en la región purépecha se llama así a los huertos familiares o de traspatio).

Gallegos (2003), en su tesis realizó un análisis de la experiencia de la comunidad de Sevina en el que resaltó la utilidad que significó la elaboración del diagnóstico del manejo de recursos naturales y el plan de desarrollo con métodos participativos en dicha comunidad en un contexto local de diversidad de intereses. Hizo hincapié en la necesidad de fortalecer la organización en la necesidad de avanzar con metas objetivas (sin falsas expectativas) en el mediano y largo plazo.

Pulido y Bocco (2003) realizaron un estudio sobre la agricultura tradicional de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (CINSJP), en Michoacán, México, en el que resaltaron la importancia del conocimiento tradicional sobre el paisaje y las clases de tierra. Encontraron una equivalencia significativa entre el conocimiento local y el conocimiento técnico en relación a las clases de tierra y su productividad. Encontraron también que el enfoque de los agricultores tradicionales es de tipo conservacionista y que sus decisiones en el manejo de la tierra están basadas en un esquema conceptual de toma de decisiones complejo. No obstante, se observó que dicha agricultura tendía a desaparecer ya que era practicada sólo por la gente de mayor edad (más de 50 años) de la comunidad y que las nuevas generaciones no mostraban interés por continuar con el sistema de manejo tradicional. En cuanto a la calidad de la tierra, se mostró que existía una clara diferencia entre las clases (buena, regular y corriente) mostrado tanto por sus atributos físicos y químicos, como por su nivel de rendimiento del cultivo principal (maíz).

Farshad y Barrera-Bassols (2003) presentan dos estudios de caso en el que indican que para el caso de Pichátaro, después de más de 4000 años de uso agrícola las tierras no muestran síntomas de degradación, en comparación con otros lugares con características similares que sí han sido degradados. Esta es una aseveración que si bien se sustenta en el hecho de que las tierras siguen siendo utilizadas para fines que han persistido por milenios, o al menos varios siglos, ha habido cambios en las cualidades de la tierra así como en los rendimientos de cultivos, los cuales, según comunicación personal de agricultores de la comunidad de Pichátaro, son inferiores a los que se obtenían hace unas dos décadas. A esto hay que agregar que el manejo tradicional ha sufrido cambios que

involucran, al menos en cierto grado, la utilización de insumos e instrumentos de la agricultura moderna. Barrera-Bassols *et al.* (2006) realizaron un estudio sobre el conocimiento local de los suelos y la concepción de la gente local sobre sus recursos naturales, en la comunidad indígena de San Francisco Pichátaro. En dicho trabajo se resalta la riqueza del conocimiento local (CL) sobre el suelo y, así como de la forma en que conciben los recursos de la tierra.

Works y Hadley (2004) hicieron un estudio comparativo sobre degradación forestal entre las comunidades de Sevina y Pichátaro (con datos de 1995?), para conocer las razones culturales y percepciones de la degradación. Encontraron que la comunidad de Sevina pasó de ser autosuficiente a importadora de madera, mientras Pichátaro continuó proveyendo de madera a sus más de 300 talleres artesanales de muebles rústicos pero dejando como consecuencia una dominancia de árboles de pino de mala calidad comercial y encinos por la extracción selectiva de pino. Se concluye que existe una fuerte degradación forestal y que estos ejemplos son sintomáticos de lo que ocurre en la Meseta Purépecha y justifican la preocupación local, regional y nacional sobre la declinación de la biodiversidad y la sostenibilidad de las economías locales.

De la Tejera *et al.* (2008) hicieron un análisis del papel de las instituciones comunitarias sobre el manejo de los recursos naturales, enfatizando sobre las tierras de uso común. Tomando como base dos estudios de caso, una comunidad mestiza y una comunidad indígena plantean la tesis de que el régimen de propiedad social no es el único factor que interviene en la tendencia hacia la degradación de los recursos de la tierra, sino más bien la incapacidad de las propias comunidades para sostener sus instituciones locales. Particularmente son importantes la fortaleza y la flexibilidad de esas instituciones las que permiten adaptarse a las nuevas condiciones socioeconómicas tanto locales como regionales.

Ayala y Guerrero (2009) realizaron una evaluación de sustentabilidad de las prácticas agrícolas en comunidades (indígenas y no indígenas) de la región denominada “meseta purépecha”, utilizando un esquema comparativo. Entre otros aspectos encontraron que todas las comunidades mostraron una alta disposición a sembrar maíces criollos, pero también utilizan insumos degradantes (fertilizantes y herbicidas). Los equipos utilizados para las diversas labores agrícolas se valoraron no sustentables, ya que la mayoría utiliza tracción mecánica, aunque con una ligera tendencia de las comunidades indígenas a

utilizar más la tracción animal, la cual es considerada menos degradante. Las áreas de manejo agronómico y manejo organizacional en las comunidades indígenas resultaron ser más sustentables de acuerdo a esta evaluación. La conclusión general fue que en términos generales las comunidades indígenas mostraron un mejor nivel de sustentabilidad en sus prácticas agrícolas.

De la Tejera et al. (2013), realizaron un análisis de las implicaciones socioeconómicas y ambientales del cultivo de aguacate, considerado como el “oro verde”, en Michoacán para el período 1990-2010. Demuestran que la expansión de este cultivo ha sido a costa de un impacto negativo desde las dimensiones ambiental, económica y social. La reducción de áreas forestales por cambio de uso de suelo, la disminución de diversidad de insectos y edáfica, el alto uso de agroquímicos, la dependencia del cultivo de los mercados internacionales, el monocultivo, la posible escasez de agua en el futuro por disminución del bosque y alta evaporación en el cultivo, la creciente demanda de madera para empaque, los posibles problemas de salud por agroquímicos en agua para consumo humano, desplazamiento de cultivos básicos, la concentración desigual de la riqueza, además de otros problemas sociales, son de los aspectos que argumentan y se discuten. La conclusión general es que hay diversos aspectos que de no atenderse pueden significar un alto costo desde las tres dimensiones arriba indicadas. Indican que bajo el esquema y enfoque de producción actual el cultivo del “oro verde” es económicamente y ambientalmente insostenible, con un posible efecto *boomernag* en el no tan largo plazo que signifique la decadencia del cultivo.

A nivel del estado de Michoacán, Bocco *et al.* (2001), estimaron para un lapso de 18 años (1975-1993) una tasa anual de 1.8% y 1.0% de deforestación en bosques templados y selvas, respectivamente. Mencionan además que el proceso de deforestación parece estar más relacionado con la falta de control de las actividades forestales que con la presión demográfica y la satisfacción de necesidades de la población. En otro trabajo, Garibay y Bocco (2011) realizaron un análisis cartográfico y estadístico de los cambios de cobertura y uso de la tierra en comunidades indígenas de la región purépecha y encontraron que los bosques han disminuido su calidad en estructura y composición, afectando la disponibilidad de agua y propiciando el aumento de la escorrentía. Encontraron que entre 1976 y 2005 hubo una pérdida total de cobertura de bosque de 20,032.1 ha y de selva (caducifolia) de 3,715.4 ha. Por su parte la categoría de agricultura aumentó en 13,901.4

ha. Estimaron además que el 42% de la deforestación (de bosque primario) en el período de 1976 a 2000 fue para la instalación de huertas de aguacate, en tanto que para el período 2000 a 2005 más del 50% de la deforestación (de bosque secundario) fue para cultivo de aguacate, siendo esto la principal causa de deforestación.. En este mismo trabajo se plantean diversos escenarios que indican que de seguir la tendencia actual para el 2020 al menos 6,000 ha más habrán sido deforestadas. Plantean también escenarios optimistas en los que se dice que es posible la recuperación de los bosques siempre que se permita a los poseedores de los recursos intervenir en el manejo sustentable de los mismos.

Guerrero *et al.* (2008), realizaron una simulación de la dinámica de deforestación en la Región Purépecha, empleando el modelo GEOMOD, para el período 2000-2025, obteniendo un escenario donde la deforestación continuaría aumentando, principalmente en la subregión denominada Meseta. Los cambios de cobertura de terreno más importantes para el período 1986-2000, a nivel de región se muestran en el **Cuadro 2.1**. Lo que puede resaltarse en este cuadro es que la superficie agrícola disminuyó en ese período en un 29%, en tanto que el bosque de pino disminuyó en un 19.3%. El bosque secundario se incrementó en un 57%, debido tanto a degradación de la cubierta forestal primaria, como a la revegetación y abandono de actividades agrícolas. Por su parte, la superficie de huertos frutícolas se incrementó en un 82.5%, principalmente por cambio de bosque secundario a huertos de aguacate.

En un estudio más reciente sobre los recursos forestales y de suelos, COFOM (2015) indica que “el 70 % de la superficie de Michoacán presenta pendientes mayores al 15 por ciento, lo que significa que aproximadamente 4.2 millones de hectáreas son de vocación (aptitud) forestal, vegetación constituida fundamentalmente por tres

Cuadro 2.1. Cambios en superficie de los principales usos de la tierra en la región purépecha (Adaptado de Guerrero *et al.*, 2008).

Clase de Uso/Cobertura	Superficie (ha)*		Cambio en el período (ha)**
	1986	2000	Incremento (+) Decremento (-)
Agricultura	187,792 (32.6)	132,425 (23.1)	-55,367 (-29.5)
Bosque de pino	102,013 (17.71)	82,310 (14.35)	-19,703 (-19.3)

Bosque secundario	95,541 (16.6)	150,864 (26.2)	55,323 (57.9)
Huertas frutícolas	28,011 (4.9)	51,120 (8.9)	23,109 (82.5)

*Datos entre paréntesis indican % con respecto a superficie regional.

**Datos entre paréntesis indican % cambio con respecto al año 1986.

ecosistemas: bosques de clima templado-frío, selvas bajas caducifolias y áreas de semi-desierto”. Se puede afirmar que la pérdida de cobertura vegetal en las últimas dos décadas ha sido drástica, ya que la misma fuente indica que “entre 1990 y 2010, la entidad perdió el 40.1% de superficie de bosques y el 38.9% de selvas. Además, durante el periodo ya referido la extensión de bosques en Michoacán se redujo en 754 mil 657 hectáreas, mientras que las selvas perdieron 706 mil 510 hectáreas de su superficie”.

Como puede verse en la revisión anterior, en la región purépecha la DT ocurre principalmente a través de los procesos de deforestación y cambio de uso de la tierra o de cobertura (de bosque a agricultura, o de bosque de pino a bosque de encino o matorral), con una tendencia creciente, lo cual puede poner en riesgo la sostenibilidad de los ecosistemas. Se aprecia, asimismo, que no se han desarrollado estudios integrales de la DT. No obstante, se observa la existencia de un importante acervo de conocimiento tradicional sobre el paisaje, y los recursos de la tierra, así como la persistencia de régimen de propiedad comunal de la tierra (Pulido y Bocco, 2003; Barrera et al., 2006). Estas características pueden ser valiosas para la implementación de alternativas de manejo de la tierra más sostenibles. Al mismo tiempo la propiedad comunal representa un reto ya que implica el logro de consensos al interior de las comunidades para que puedan hacer frente al deterioro de sus recursos naturales.

Estudios sobre la comunidad de Comachuén

En la comunidad de Comachuén, y en comunidades vecinas, hay algunas investigaciones académicas que han abordado aspectos socioculturales, históricos y organizativos, los cuales aportan elementos importantes para la comprensión de la DT en un contexto integrado. A continuación se relatan brevemente los aportes de cada uno de ellos.

Tovar (2004) realizó un estudio de patrones de consumo y extracción de leña en las comunidades indígenas purépechas, donde se incluyó la comunidad de Comachuén. En este estudio, en el que se integraron aspectos técnicos y sociales, se indica que la extracción de madera para aserrío es una de las actividades primarias de la comunidad, siendo las especies de pino las preferidas. También se encontró que la comunidad depende de los residuos de la extracción de madera comercial para abastecerse de leña, sin que se vislumbren problemas de abastecimiento en el corto plazo. Sin embargo advirtió que sería necesaria propuestas de extracción sostenida a fin de asegurar tanto la extracción de leña como de madera para otros usos. En el trabajo se hace notar que hay un proceso de degradación de la cobertura forestal de la comunidad ya que la extracción de leña no va acompañada de plantaciones para asegurar su sostenibilidad.

Villanueva (2008) realizó un estudio sobre el sistema de instituciones indígenas de la comunidad de Comachuén, e hizo una propuesta de prioridades para contribuir a un desarrollo local con identidad como un proyecto alternativo de organización frente al capitalismo y la globalización. Además de lo anterior, hace una revisión de los aspectos legales emitidos por el gobierno estatal, así como el marco nacional e internacional, que contribuyen al reconocimiento de la pluriculturalidad y de los derechos de los pueblos indígenas. Menciona que la comunidad no cuenta con resolución presidencial sobre su territorio. Señala también que los derechos de posesión sobre los solares y tierras se adquieren por nacimiento y se transmite de padres a hijos. Sólo los comuneros pueden hacer uso del bosque comunal y de los manantiales (*ojos de agua*) y está prohibido rentar o vender tierras a personas que no son de la comunidad. En esta propuesta se plantean diversas acciones que la comunidad debiera emprender para reactivar la economía local, así como las necesidades de fortalecimiento de las instituciones organizativas y el aprovechamiento de sus recursos naturales, entre otros aspectos.

Por otro lado, se desarrolló una investigación participativa sobre cultura alimentaria (Oseguera y Esparza, 2009) en la cual se dio muestra, a través de talleres con mujeres de Comachuén y Ocumicho, que el consumo de alimentos sanos (naturales como hongos, quelites, derivados del maíz, etc.) ha disminuido y han sido sustituidos por alimentos comerciales más procesados y con conservadores, considerándose un riesgo para la salud. Las mujeres entrevistadas consideraron esta situación como un cambio negativo que afecta a las familias de esas comunidades.

En su libro sobre la historia de la comunidad, Sebastián (2010a), trata sobre los posibles orígenes del nombre del pueblo, Cumanchen, ahora Comachuén, así como de sus habitantes, basado en el análisis de la Relación de Michoacán y del Lienzo de Comachuén. También se menciona las deidades de esta comunidad, entre muchos aspectos culturales en la historia de la comunidad. En este documento también se menciona que, en años recientes, se han hecho intentos por restablecer los mecanismos tradicionales para el nombramiento del Representante de Bienes Comunales, pero que por intereses partidistas no ha sido posible.

Sebastián (2010b) en un estudio de carácter histórico sobre los impactos del proyecto “Comisión de la cuenca del Tepalcatepec” en las comunidades serranas de la región purépecha ubicándolo en el período 1947-1960. En este trabajo sobresalen algunos aspectos que se relacionan con los cambios en el manejo de la tierra y con otros de tipo socioeconómico y que se resumen a continuación: Planteó que con ese proyecto oficial se abrieron vías de comunicación (carreteras y caminos de terracería) que posibilitaron un mayor intercambio comercial y cultural entre las comunidades y las cabeceras municipales. Sin embargo también influyeron en cambios como la reorientación de los polos comerciales, la eliminación del trueque por el uso de papel moneda. Fue en ese periodo en que se introdujo la electricidad, la cual si bien contribuyó a la generación de empleos en talleres de madera, también aceleró la explotación de bosque para satisfacer la creciente demanda de artesanías. El bosque fue aprovechado mediante programas de gobierno pero dejó mínimos beneficios a los pobladores y se advirtió una fuerte corrupción entre autoridades civiles y forestales. En torno a la agricultura, se introdujo el arado de fierro el cual fue adoptado por ser más eficiente en el control de malezas. Asimismo, el uso de fertilizantes (superfosfato simple y el sulfato de amonio) fueron introducidos y adoptados por muchas de las comunidades, desplazando el uso de abonos

orgánicos. Por último, se hace referencia a que las comunidades se encontraban divididas en agraristas y comuneros, marcando esta etapa como inicio de las divisiones internas de las comunidades.

Por su parte, Magaña (2011) realizó una investigación académica con enfoque de acción participativa, a través de talleres de círculos de cultura ambiental (CCA), en el que participaron niños, jóvenes y adultos de la comunidad de Comachuén. Sus resultados mostraron que el recurso endógeno más importante para la comunidad es el bosque, pero que este a su vez representa el problema ambiental principal debido a su manejo inadecuado. Se hizo también una propuesta de continuación de los CCA a través de una universidad regional (Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, UIIM) (p.130). Un aspecto que se menciona es que las personas invitadas (sociedad civil y autoridades locales) mostraron interés por asistir pero la mayoría no acudió a dichos talleres, por lo que los resultados del proyecto fueron parciales.

Por último, cabe mencionar un estudio interesante, aunque no realizado en Comachuén, sí en una comunidad purépecha similar en muchos aspectos. Se trata de una investigación sobre la percepción social de artesanos que trabajan la madera en la comunidad de Pamatácuaro (Sandoval-Contreras, 2013), donde el bosque ha representado históricamente la principal fuente de ingresos pero que ha ido disminuyendo (en superficie y calidad) desde hace unos veinte años. Encontró que hay opiniones diversas sobre la importancia del bosque y que para unos es un recurso valioso que debe ser conservado y protegido, mientras que para otros sólo representa un medio de subsistencia y no parecen estar preocupados por su deterioro. El área más afectada es el área común, donde no hay conservación ni vigilancia. En general los artesanos observan impactos por un “cambio del clima” que se traduce en mayor temperatura, cambios en lluvias y heladas y en la aparición más frecuente de insectos no habituales. Además, no parecen responsabilizarse de la disminución del bosque y atañen a otros de su disminución. Por último, se encontró que no hay una estrategia común y el único intento de una organización comunitaria, fracasó. El autor hace énfasis en la necesidad de considerar estas percepciones a fin de contar con elementos útiles para implementar propuestas de manejo de recursos naturales.

2.3 Justificación

Importancia de la evaluación de la DT

Aunque la DT puede ocurrir también bajo condiciones naturales, se reconoce que su intensificación es básicamente producto de inadecuadas actividades antrópicas sobre la tierra. La mayor importancia de este fenómeno radica en que afecta la capacidad de la tierra para proveer los diversos insumos y servicios que provienen de los ecosistemas, principalmente la producción de alimentos y la regulación del balance hídrico y climático (El-Beltagy, 1997; FAO-PNUMA, 2000; MA, 2005b). Debido a ello, la DT es uno de los fenómenos complejos que más está comprometiendo el futuro de la vida en nuestro planeta, y es que, sencillamente, es inadmisibles que continúe de esta manera. Al ritmo que está creciendo la población mundial (Bloom y Canning, 2000; Cohen, 2001; UN, 2015), y sobre todo a los estilos de vida que se han adoptado en las últimas décadas, por los cuales se demandan grandes cantidades de energía, agua y alimentos, y además se producen grandes cantidades de desechos, la estabilidad social y la vida misma en la Tierra se encuentran en grave riesgo.

Entre las causas más importantes que se mencionan en la literatura especializada se encuentran la creciente población humana, la cual no tiene precedentes, y la consecuente mayor presión sobre la tierra, así como la deforestación y el cambio de uso de la tierra. Algunos factores biofísicos, como el clima y la pendiente, contribuyen a la DT pero definitivamente el uso inapropiado de la tierra parece ser la causa subyacente principal. Asimismo, las políticas ambientales y su adecuada aplicación son decisivas en el combate y reversión de la DT, aunque también en algunos casos han jugado un papel importante, como causa subyacente, en el incremento de la DT.

Al nivel internacional se están realizando diversos esfuerzos por evaluar tanto el estado actual como las tendencias y el riesgo de DT, enfocándose principalmente a la DT en tierras secas (desertificación). No obstante, la DT muestra una tendencia creciente en las últimas décadas y los esfuerzos de mitigación se ven rebasados por la degradación. Se han diseñado diversos métodos de evaluación de la DT, unos aplicados al nivel global y regional, y otros al nivel local. Los primeros han sido más ampliamente utilizados,

mientras que los segundos han sido menos frecuentes, aunque se observa un interés cada vez mayor por estudios a ese nivel (local). Los métodos varían también en el enfoque y conceptos que les sirven de referencia. Por lo anterior, es cada vez más urgente que las evaluaciones de DT se realicen con marcos adecuados que eventualmente posibiliten la toma de medidas administrativas y de orden práctico para detener y revertir los procesos de la DT. Los métodos con enfoque integral y participativo, especialmente que incluyan a los poseedores o usuarios de la tierra al nivel local, han mostrado mejores cualidades para tender hacia el éxito en la evaluación de la DT y la posterior aplicación de medidas de mitigación o restauración.

Con base en los datos existentes sobre el estado actual y las tendencias de la DT (ver Marco Teórico), no es sorprendente que la escasez de agua, la disminución en la biodiversidad y los efectos del cambio climático (tales como el incremento en la cantidad e intensidad de precipitaciones) sean cada más evidentes, ya que ellos actúan de manera integrada y sinérgica con el fenómeno de la DT. La participación de los diversos actores relacionados con la DT (diseñadores de políticas, tomadores de decisiones, usuarios de la tierra, ONGs, extensionistas y científicos) se considera crucial tanto en la evaluación como en la implementación de acciones. En muchos casos se ha dado mayor énfasis a los técnicos y científicos (caso de los documentos antecedentes de la DT en México) y se ha descuidado la participación de los manejadores directos de la tierra.

Como parte de las prioridades para la evaluación de la DT, está la necesidad de realizar evaluaciones al nivel local, para entender las causas que motivan los procesos y las respuestas a ese fenómeno en toda su complejidad. En México existen algunas evaluaciones de la DT al nivel nacional o local, aunque no siempre en una perspectiva integrada, y los datos son de algunos aspectos específicos o son derivados de estudios a nivel global, cuya escala no siempre permite tomar decisiones al nivel local. No obstante, en los últimos años se observa que estas evaluaciones van evolucionando hacia enfoques más integradores.

Con base en lo anterior, se considera necesario realizar más estudios con enfoque integral al nivel local en los diversos contextos del país para comprender las causas y los efectos de la DT, así como las percepciones de los usuarios locales a través de esquemas participativos.

¿Por qué en la comunidad indígena de Comachuén?

En la comunidad de Comachuén hay un aparente deterioro del bosque y de tierras de uso agrícola que se observa por las áreas con vegetación secundaria y por la apariencia del suelo superficial de parcelas de uso agrícola. Los productores, además, comentan que han observado una disminución de rendimientos del cultivo de maíz.

Al igual que en la mayoría de las comunidades purépechas, Comachuén ha tenido conflictos agrarios con las comunidades vecinas, algunos de los cuales ya han sido superados pero otros permanecen vigentes y pueden representar un factor que influya sobre la conservación/degradación de las tierras.

Un aspecto importante es que la comunidad mantiene un régimen comunal en la tenencia de la tierra, lo cual supone que todos los comuneros tienen acceso a la tierra, pero a la vez la Región Purépecha se enmarca en un ambiente de riesgo y presiones externas derivados de una fuerte presión sobre la tierra por cambio de uso de agrícola/forestal a agricultura comercial. El cultivo de aguacate (*Persea americana* L.) y papa (*Solanum tuberosum* L.), además de diversas frutillas (zarzamora, fresa y arándano), todos bajo sistema convencional, se presentan como competidores fuertes a los cultivos tradicionales de la región, aunque no directamente en la comunidad.

Comachuén posee una cultura que comparte una cosmovisión propia de las comunidades indígenas, donde el ser humano es parte de la naturaleza de la cual se apropia de una manera considerada como tradicional, y donde se observa la persistencia de elementos de una agricultura tradicional, al mismo tiempo que del bosque obtienen la materia prima para el trabajo artesanal.

Por otra parte, es sabido que las zonas montañosas presentan las condiciones biofísicas favorables a los procesos de degradación, especialmente cuando se elimina la cobertura vegetal y se utilizan para cultivos de escarda. Los principales procesos pueden ser erosión hídrica, erosión eólica, y pérdida de nutrientes del suelo.

Por último, cabe mencionar que al inicio de la investigación se tenía un conocimiento previo de la comunidad a través de un proyecto de servicio (asesoría técnica) sobre el uso de abonos orgánicos en cultivo de maíz, y valoración de la utilidad de un arado de tracción animal de corte horizontal (arado cubano). Además, la comunidad presenta las condiciones para desarrollar un tema de investigación concatenado con al tema de tesis de maestría del mismo autor que abordó lo relativo al conocimiento tradicional agrícola otra comunidad de la misma región.

Planteamiento del problema de investigación

Mientras al nivel global y regional existen diversos estudios, enfoques y métodos, así como redes internacionales que apuntan hacia el análisis y planteamiento de acciones para revertir la DT, al nivel local se requiere estudiar cuáles son los factores que explican la tendencia actual en la conservación/degradación del recurso tierra.

Si los estudios de gran escala (global y regional) muestran que la DT se ha incrementado en las últimas décadas en diversas partes del mundo, principalmente en los países en vías de desarrollo, y más específicamente en el África subsahariana, América del sur y Sureste de Asia, al nivel local se requiere saber cuáles son los factores biofísicos, socioeconómicos y culturales, e incluso políticos, que propician el incremento de la DT. Más aun, cuáles son los obstáculos que impiden las propuestas y puesta en marcha de acciones para revertir el fenómeno.

Es importante señalar que muchas de las regiones donde la DT muestra una tendencia creciente corresponden a territorios de comunidades nativas (indígenas) las cuales se ha demostrado, por otro lado, que durante muchos siglos han utilizado modos de apropiación de los recursos naturales más compatibles con la naturaleza, esto es más sustentables, pero que en la actualidad en diversas regiones se observa que múltiples factores, endógenos y exógenos, han impactado negativamente sus modos tradicionales de interacción con los recursos naturales, poniendo en riesgo el futuro de las comunidades. Desde un punto de vista simplista puede pensarse que la DT en esas regiones ocurre por los altos niveles de pobreza, así como por la creciente presión demográfica, o por aspectos tecnológicos o culturales. Desde otro ángulo, la DT puede ser explicada, al nivel global y regional, por la subordinación económica y cultural de los países en vías de desarrollo y

por las desigualdades en la extracción y uso de recursos entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, y al mismo tiempo al nivel local también se manifiestan desigualdades, ya sea entre comunidades con distintos modos de apropiación y uso de la tierra como entre productores de diferente estrato socioeconómico.

En adición, un aspecto poco estudiado y todavía menos incorporado en las políticas públicas y programas oficiales, es lo relativo a las percepciones de las comunidades locales en torno al fenómeno de la DT, lo cual tiene que ver con los valores y los objetivos de los usuarios locales de la tierra, y es que a fin de cuentas, son esas percepciones las que definen mayormente la actitud de los usuarios ante este fenómeno complejo. Estas percepciones locales normalmente no son consideradas en los esquemas de evaluación, salvo en los de enfoque integrativo, y como se deriva de la información disponible, no están consideradas en los reportes oficiales de evaluación de la DT para nuestro país. No obstante, es necesario tomar en cuenta que las percepciones locales no están desligadas del contexto socioeconómico y político nacional y/o global, por lo que también esto debe ser considerado en las evaluaciones y/o análisis de la DT.

Las comunidades indígenas, muchas de ellas ubicadas en las zonas montañosas, al menos para el caso de México, han sido excluidas de muchos de los programas de conservación y restauración de los recursos de la tierra, debido a que se encuentran más alejadas de los lugares donde se toman las decisiones sobre dichos programas y también porque no han tenido representatividad real en esas instancias de decisión. Otros aspectos como la cultura local y la politización juegan un papel importante en las percepciones y acciones sobre la DT. Pero no todo es negativo, ya que su ubicación relativamente alejada de los centros urbanos les ha dado una ventaja que se ve reflejada en la posibilidad de persistencia de sistemas de manejo tradicionales, los cuales representan un recurso muy valioso que puede ser utilizado en conjunción con los conocimientos técnicos para potenciar las herramientas de evaluación y acciones de alternativa. Se presupone que las comunidades indígenas tienen características adecuadas para comprobar que los factores y causas de la DT son múltiples y que los habitantes locales poseen sus propios indicadores y percepciones sobre la problemática de la DT, así como conocimiento sobre posibles alternativas. Por lo tanto, se requiere de una evaluación integrada y participativa, donde las comunidades rurales o indígenas tengan un papel fundamental en todas las etapas, desde el diagnóstico hasta la puesta en marcha de alternativas.

Con base en la información disponible sobre los recursos de la tierra y los diversos usos y manejos en la región de estudio, se puede decir que las tierras se encuentran, en muchos casos, bajo procesos de degradación, principalmente por la remoción de la cobertura vegetal, y la consecuente pérdida de la materia orgánica y agotamiento de nutrientes. Las consecuencias de la DT se traducen en diversos cambios ecológicos y socioeconómicos, cuyas causas e indicadores es necesario identificar y comprender. Los procesos de degradación continúan en aumento y se vuelve un círculo vicioso Pobreza-Deterioro, entre otras relaciones, que puede ser obstáculo para la conservación y aprovechamiento sostenido de los recursos naturales.

La deforestación y la degradación forestal en la región de estudio son un problema creciente, y son motivadas por factores económicos, sociales y culturales, y por las relaciones de poder, y no se aprecian grandes esfuerzos por detenerla, salvo casos muy contados. Y en cambio sí se observa una creciente presión sobre el bosque y sus recursos, particularmente para obtención de madera para artesanías rústicas y por cambio de uso del suelo para introducción de aguacate u otros cultivos, que continúa como un problema regional desde hace varias décadas. El cambio de uso del suelo también se está dando en tierras actualmente agrícolas y de cobertura de vegetación secundaria. Los impactos son casi impredecibles, pero seguramente afectarán el clima regional, el ciclo hidrológico, la biodiversidad y pueden poner en riesgo la salud humana, por mencionar los más importantes.

Los esfuerzos para revertir la tendencia a la degradación de las tierras son escasos, en parte debido a que los productores aparentemente no están percibiendo la degradación como un tema que les compete o afecte directamente y que puedan detener, o mejor aún, revertir. Como se ha mencionado antes, en la región purépecha se han hecho algunos estudios importantes sobre la degradación de los recursos naturales con diversos enfoques, pero los estudios locales sobre la DT en los que se utilice un enfoque integral, es decir que se consideren aspectos biofísicos y socioeconómicos, así como culturales, incluyendo las percepciones de los actores locales, son muy escasos.

De este modo, la presente investigación busca analizar, utilizando dicho enfoque, la situación particular en torno a la DT de una comunidad purépecha, donde la actividad primaria es el aprovechamiento de los bosques y tierras de uso agrícola, y donde

aparentemente la DT afecta la base productiva de la comunidad, y al mismo tiempo las autoridades y la comunidad misma no han tomado decisiones consensuadas sobre acciones para revertir el proceso, por lo que es necesario conocer cuáles son las percepciones locales, las estrategias de adaptación y el estado actual del recurso tierra a fin de poder plantear alternativas para un manejo sostenido.

Preguntas de investigación

Para desarrollar la presente investigación y lograr los objetivos planteados se han propuesto las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué conocimientos tradicionales sobre el recurso tierra y su manejo poseen los productores en la comunidad de Comachuén?
2. ¿Cuál es la condición de degradación/conservación de la tierra desde el punto de vista técnico/científico en esta comunidad?
3. ¿Cuál es la percepción social sobre la degradación de tierras, incluyendo causas y alternativas, en Comachuén?
4. ¿Cuál es la valoración integrada de degradación/conservación de la tierra en esta comunidad?
5. ¿Cuáles son las posibles alternativas a la degradación de tierras desde el conocimiento “híbrido”?

Capítulo 3

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

La degradación de tierras (DT) es un fenómeno complejo que está tomando cada vez más relevancia, tanto por su creciente magnitud como por los efectos que produce en el medio ambiente y en la sociedad. Es tan importante como otros fenómenos globales de tipo socio-ambiental como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, las sequías y la escasez de agua dulce (MA, 2005a; WMO, 2005). Estos fenómenos actúan de manera sinérgica y están íntimamente relacionados tanto en sus causas como en sus efectos, por lo que su estudio no debiera ser aislado. Sin embargo esas relaciones no son simples (Adeel, 2009) y el abordaje de un tema en particular se justifica solamente como una abstracción para propósitos de análisis.

La DT está relacionada tanto con procesos naturales de larga duración como con los derivados de actividades humanas de mediana y corta duración. Sin embargo, la DT ha aumentado en las últimas décadas debido a diversos factores y procesos biofísicos, sociales, culturales y tecnológicos que hoy se despliegan de manera compleja a lo largo del planeta. Pese a que la DT puede ocurrir bajo condiciones naturales, se reconoce que su intensificación es básicamente producto de las inadecuadas actividades humanas sobre la tierra (Blaikie y Brookfield, 1987; MA, 2005a). Es un fenómeno que ocurre al nivel local, pero que sus efectos son acumulativos y tienen impacto al nivel global (Adeel, 2009).

La tendencia actual, a pesar de diversos esfuerzos para hacer frente al problema, es al aumento de la superficie afectada por la degradación (Bai *et al.*, 2008; Bai y Dent, 2009; MA, 2005a; LADA, 2009). Adicionalmente, las proyecciones de crecimiento poblacional para las próximas décadas indican la necesidad de utilizar las tierras degradadas y mejorar la calidad del suelo a fin de poder producir los alimentos que serán necesarios (Lal, 2009). La DT y la escasez de agua están fuertemente vinculados (Bossio *et al.*, 2010), por lo tanto la mitigación de la DT significaría un incremento en la productividad de agua. La importancia del agua como un componente clave del recurso tierra es más evidente en tierras secas (Gaur y Gaur, 2004; Huber-Sannwald *et al.*, 2006; Katjihua y Ward, 2007).

Como fenómeno social, uno de los mayores efectos negativos de la DT es que puede poner en riesgo la autosuficiencia y soberanía alimentaria de los grupos humanos o países enteros que la padecen más intensamente. Yendo más allá de la función biofísica de los recursos naturales, se requiere de la vinculación sinérgica con políticas económicas para lograr la soberanía alimentaria de los diversos grupos humanos. Asimismo, se prevé que los efectos serán más pronunciados en los países en vías de desarrollo por su menor capacidad de respuesta para revertir las consecuencias de dicho fenómeno (Lal, 2003; MA, 2005b, de acuerdo a CCD, 2008; Mertz *et al.*, 2009; Santibañez y Santibañez, 2007). Bajo el sistema predominante de explotación y uso de los recursos naturales, se prevé que sus efectos muy probablemente continuarán impactando de manera negativa a los ecosistemas y la humanidad, creando situaciones de crisis por alimentos, agua y territorios, (IUFRO, 2009; UNEP, 2009; UNESCO, 2009; Urdal, 2008), e incluso poniendo en riesgo su existencia.

Para evaluar la DT y aplicar medidas para contrarrestar sus efectos, desde hace algunas décadas se han hecho distintos esfuerzos, incluyendo evaluaciones a escala global, regional y local, hasta la implementación de programas de combate a la DT, muchos de los cuales han sido con énfasis en desertificación. En dichos esfuerzos ha habido éxitos y también fracasos, pero por otro lado la DT parece seguir aumentando en prácticamente todos los continentes, por lo que el tema sigue vigente y cada vez más importante. Cabe entonces preguntar ¿En qué han fallado los intentos por combatir la DT? ¿Son los enfoques y métodos utilizados los más adecuados para su evaluación y combate? La carrera humanos/medio ambiente parece favorecer a la DT por lo que es cada vez más urgente buscar métodos de evaluación y medidas para enfrentar con éxito a este complejo fenómeno, y es por tanto necesario tender hacia un proceso de unificación o consensuado de objetivos, enfoques y procedimientos, entre los actores involucrados. En esta perspectiva, los aparentes “fracasos” pueden ser vistos como oportunidades para el éxito en el futuro.

El presente capítulo pretende dar un panorama general sobre las tendencias en la evaluación y lucha contra la DT a distintas escalas desde lo global hasta lo local, con énfasis en países en desarrollo, y enfatizar sobre la necesidad de entender el concepto amplio de la DT y otros conceptos relacionados, así como los enfoques y métodos de evaluación disponibles, todo con base en el análisis de literatura científica especializada.

Comienza con: (1) una breve introducción de la DT en el contexto del cambio global; se continúa con (2) una breve revisión de distintos conceptos y definiciones comúnmente utilizados en el tema de la DT, los cuales en ocasiones se usan de manera indistinta o de manera ambigua; En el siguiente apartado, (3) se discute la conceptualización de las causas, directas e indirectas, así como sobre los procesos de la DT. Se discuten también, (4) los enfoques y perspectivas en el la evaluación y análisis de la DT; Enseguida, (5) se hace un bosquejo de los métodos de evaluación de la DT más comunes y sus niveles de aplicación global, regional y local. y luego, (6) se analiza la perspectiva local en las evaluaciones de DT; Posteriormente, (7) La lucha contra la DT al nivel local en países en desarrollo, incluyendo las estrategias que emplean los pequeños agricultores, así como los alcances y fallas frecuentes de las estrategias de combate a la DT al nivel local, y por último, se plantean las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

3.1. La DT en el contexto del cambio global

Es prácticamente conocido por todos que los cambios globales que hasta hace más de dos décadas se veían como un alarmante escenario son ahora una realidad. El cambio climático, la escasez de agua dulce, la disminución de la cobertura vegetal y la pérdida de biodiversidad, son fenómenos que se encuentran en un nivel sin precedentes. Los esfuerzos a nivel internacional para evaluar y contrarrestar la DT han sido amplios, pero no suficientes en cantidad ni suficientemente efectivos. Por ejemplo, en relación al cambio climático, en 1992, diversos países, desarrollados y en vías de desarrollo, convocados por la ONU, signaron un documento conocido como Protocolo de Kioto, en el cual se comprometieron a realizar acciones propositivas para prevenir y contrarrestar las causas y efectos del cambio climático. Este documento ha sido hasta la fecha el compromiso internacional más importante en este rubro, que aunque no ha tenido completa congruencia en las acciones necesarias derivadas, sigue siendo una referencia básica en este tema. En este mismo sentido, la Organización Meteorológica Mundial (WMO, por sus siglas en inglés), es una agencia de la ONU que tiene como funciones sustantivas generar el conocimiento sobre el estado del tiempo, el clima y el agua, y además darle difusión principalmente con fines de prevención, que trabaja coordinadamente con la Convención de la Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNCCD, por sus siglas en inglés) para evaluar y monitorear la

desertificación global (Sivakumar, 2007). Desde la perspectiva del uso de la tierra y del cambio de cobertura se han hecho importantes contribuciones a través del análisis de las causas y dinámica de los cambios. Por ejemplo, de Sherbinin (2002) realizó una amplia revisión de la información existente al nivel internacional hasta esa fecha y abordó temas intrínsecamente relacionados como son: uso de la tierra, cambio de uso de la tierra, deforestación, desertificación, pérdida de biodiversidad, ciclo hidrológico, ciclo del carbono y urbanización. En cada uno de esas temáticas se hizo un análisis breve del estado actual, de las causas, así como las interrelaciones entre ellas y la forma en que las políticas públicas las han enfrentaban.

Dimensiones y tendencias globales y regionales de la DT

En cuanto a las dimensiones de la DT a nivel mundial, existen datos muy generales generados a principios de la década de los 1990, aunque los esfuerzos por derivar evaluaciones globales iniciaron desde los 1980 (Safriel, 2007: 4). De acuerdo a Dregne y Chou (1992), quienes utilizaron fuentes primarias y secundarias, el total de tierras y vegetación degradadas en tierras secas, o áridas y semiáridas (*drylands* en inglés) en los diferentes continentes se estimaba en un rango de entre 54% y 74%, con un promedio de 70%, de las tierras secas; por su magnitud, se trata de un dato alarmante. Es importante indicar que como tierras secas se incluyen las zonas áridas, semiáridas y las subhúmedas secas²⁴, las cuales se diferencian por el índice de aridez²⁵.

De acuerdo a la Evaluación Global de la Degradación de Suelos (GLASOD, por sus siglas en inglés), la degradación promedio del suelo a nivel global se estimó en 15%, y se concluyó que la erosión hídrica era el proceso que con mucho representaba la mayor incidencia en superficie, seguida por la erosión eólica (Oldeman *et al.*, 1991). De acuerdo a Oldeman (1997), la erosión eólica era de importancia fundamental en las zonas áridas y semiáridas de África y Asia, mientras que más del 50% de la tierra afectada por el agotamiento de nutrientes se encontraba en América Latina. La salinización era

²⁴ Se excluyen las zonas hiperáridas por considerarse que no son aptas para el desarrollo de poblaciones humanas (Koohafkan, y Stewart. 2008).

²⁵ El Índice de Aridez está definido como el cociente P/ETP (donde P es la precipitación media anual, y ETP es la evapotranspiración potencial media anual (Sørensen, 2007). Las tierras secas se definen por este índice de la siguiente manera “hiperárida” ($P/PET < 0.05$) “árida” ($0.05 < P/PET < 0.20$) “semiárida” ($0.20 < P/PET < 0.50$), y “subhúmeda seca” ($0.50 < P/PET < 0.65$), (van Lynden y Kuhlmann, 2002, referidos por Ponce-Hernández y Koohafkan, 2004).

importante en Asia y la contaminación como resultado de las actividades industriales era la principal preocupación en Europa.

Por otra parte, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA, por sus siglas en inglés), estimó que la DT en tierras secas (desertificación) representaba entre el 10-20% de la superficie continental al nivel mundial, resaltando que dicho fenómeno es uno de los principales problemas en la actualidad (MA, 2005a; UNCCD, 2007). Lepers *et al.* (2005) hicieron una amplia revisión de la información publicada y disponible por otros medios en las pasadas dos décadas (1981-2000) sobre cambio de cobertura de terreno (CCT) al nivel global, y encontraron, entre muchas otras cosas, que Asia presentaba la mayor concentración de áreas con rápido CCT y desertificación. En tanto, la Amazonia mostró ser la región más crítica por la deforestación tropical. El mayor crecimiento de tierras de cultivo a costa de la deforestación se encontró en el sureste de Asia, Además, no encontraron evidencias de una desertificación crítica en el Sahel Africano.

El estudio más reciente denominado Evaluación Global de la DT (GLADA, por sus siglas en inglés), fue realizado por Bai *et al.* (2008), y estimó la DT global en 24% de la superficie terrestre, estimando que afecta directamente los hogares de 1.5 billones de personas, cifra que representa una situación sin precedentes. La estimación fue hecha con base en las tendencias negativas de la biomasa y la Eficiencia en el Uso de la Lluvia (RUE, por sus siglas en inglés), y produjeron resultados para cada país, abarcando un período de datos de 23 años (1981-2003). Los autores advierten sobre las limitaciones de su método, resaltando que es más confiable para áreas con vegetación dispersa. Indican además que los datos proveen de una estimación de la DT pero no dicen nada acerca del tipo de degradación o del mejoramiento de las tierras. No obstante, hasta la fecha son los datos globales más actualizados, y ofrecen datos de áreas críticas (*hot spots*) y las áreas exitosas (*bright spots*), con lo cual se pueden priorizar acciones de combate a la DT.

Por su parte Helldén y Trottrup (2008), analizaron las tendencias en la desertificación regional a nivel global, para el período 1981-2003, utilizando las anomalías del NDVI. Las regiones fueron: la cuenca del Mediterráneo, el Sahel desde el Atlántico hasta el Mar Rojo, la mayor parte de las tierras secas del Sureste de África, China-Mongolia y las tierras secas de Sudamérica. Encontraron que no hubo incremento en la desertificación (lo cual coincide con lo encontrado por Lepers *et al.*, 2005), y en cambio mostraron áreas

de “reverdecimiento” en varias regiones, probablemente debido al incremento de la temperatura y “fertilización” con carbono (derivados del calentamiento global), y b) mejoramiento del manejo del suelo y del agua, y recuperación de tierras. Advirtieron que no es prudente aseverar una tendencia de la desertificación debido al período analizado relativamente corto.

Las regiones más afectadas por una tendencia creciente de la DT (de acuerdo a Bai *et al.*, 2008, con base en análisis de cobertura vegetal) son: África sudcuatoriana, sureste de Asia y sur de China, centro-norte de Australia, Las Pampas, y en las franjas de los bosques boreales de Siberia y América del Norte. En tanto en otras regiones, como por ejemplo las praderas de la Grandes Planicies de Norteamérica, y el Sahel (en África), se reporta una tendencia al “reverdecimiento” o restauración de la tierra (Bai *et al.*, 2008; Helldén y Trottrup, 2008). En estos casos la restauración parece deberse a una combinación de factores biofísicos y antrópicos.

Aun cuando se han realizado diversos esfuerzos para revertir la DT, estos parecen no ser suficientes ya que los datos al nivel local, regional y global, indican que ella continúa en aumento, y que los procesos de cambio y degradación involucrados avanzan mucho más rápido. ¿Por qué? Es una pregunta clave en evaluaciones de la DT. Por un lado, los llamados países en vías desarrollo, donde actualmente se presentan los mayores efectos de la DT, se ven rebasados por la pobreza y la creciente presión sobre los recursos de la tierra. Urge, como plantea Naciones Unidas “una gestión a largo plazo más inclusiva y sostenible de los recursos económicos y naturales” (ONU, 2009: 16). Por otro lado, aparentemente los países con mayor capacidad económica no están realizando lo suficiente para revertir o prevenir los efectos de la DT (ver por ej. ONU, 2009) por lo que el escenario es nada halagador y en verdad está en juego la estabilidad y vida en nuestro planeta.

Entre los organismos de financiamiento más importantes al nivel global que fomentan la evaluación de la DT se encuentran el Fondo para el Medio Ambiente Global (GEF, por sus siglas en inglés), el cual tiene como una de sus áreas focales la DT, principalmente la desertificación y la deforestación. Desde 2002 este organismo ha sido designado como soporte financiero de la UNCCD, y promueve el “manejo sustentable de la tierra a través de enfoques integrados para el manejo de recursos naturales, cubriendo los principales

usos de la tierra rurales; agricultura, agostaderos y bosques” (GEF, 2009). Por otra parte, la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA, por sus siglas en inglés), ha sido un esfuerzo internacional, convocado por la ONU, con la participación de reconocidos académicos y expertos en temas ambientales que han hecho una amplia revisión de la información disponible hasta el año de 2005, con el objetivo de evaluar el estado de los servicios ecosistémicos sobre el bienestar humano. Parte de ese análisis se enfocó a la desertificación. De acuerdo a Sivakumar (2007) la desertificación, o degradación de tierras secas (*sensu* UNCCD) contribuye al cambio climático global (GCC) principalmente a través de dos procesos: (1) Los cambios en la cubierta vegetal modifican la evapotranspiración e impactan la circulación atmosférica; (2) La disminución de la cobertura vegetal implica emisiones de CO₂ hacia la atmósfera lo que resulta en el calentamiento global (WMO, 2005, 9).

3.2. Conceptos y definiciones en relación con la DT

En la literatura científica existen diversos conceptos relacionados con el tema de la DT, los cuales en ocasiones son utilizados de manera indistinta, tales como *tierra y suelo*, *degradación y desertificación*, *calidad de la tierra y calidad de suelo*, y *salud del suelo*, entre otros. Parte de esta situación fue indicada anteriormente por Eswaran *et al.* (2001). A fin de evitar confusiones en el proceso de evaluación de la DT, se hace necesario adoptar definiciones claras y que sean congruentes con los objetivos y enfoques con la evaluación. A continuación se presenta un breve análisis de las definiciones disponibles en la literatura.

Tierra y suelo

La definición más aceptada del concepto *tierra* en el ámbito científico, es la utilizada por FAO, que la describe así “...es un área delineable que reúne todos los atributos de la biosfera inmediatamente por encima o por debajo de la superficie terrestre, incluyendo el suelo, los recursos hidrológicos superficiales, el clima cerca de la superficie, los sedimentos y las reservas de agua asociadas, los recursos biológicos así como los modelos de establecimientos humanos y la infraestructura resultante de las actividades humanas” (FAO, 2003b). Esta definición ha servido de base para la aplicación de diversos enfoques y métodos de evaluación de la DT.

Por otra parte, el concepto de suelo, de acuerdo a la Taxonomía de Suelos (USDA-NRCS, 2007) es definido como “...*un cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio, y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas enraizadas en un ambiente natural*”. Debido a la gran influencia que el ser humano puede tener sobre el recurso suelo, lo cual había sido percibido en menor grado en la conocida ecuación de factores de formación de Jenny²⁶, la acción humana ha sido considerada como el sexto factor de formación del suelo (Dudal, 2005).

Degradación de tierras y desertificación

Existen diversas definiciones de la DT, las cuales han sido utilizadas por sus autores de manera contextual y de acuerdo a su formación. Aquí indicamos algunas de las más recientes. Según Stocking (2007) “...*es la disminución temporal o permanente de su capacidad productiva. Afecta de manera negativa las funciones productiva, fisiológica, cultural y ecológica de los recursos de la tierra tales como suelo, plantas, agua y animales*”. Nachtergaele *et al.* (2009) la definen como “*la reducción de la capacidad de la tierra para proveer de bienes y servicios de los ecosistemas y asegurar sus funciones sobre un período de tiempo para sus beneficiarios*”. Esta denota, además del carácter sistémico de la tierra, la temporalidad como atributo del concepto de sustentabilidad. Ambas definiciones muestran el carácter integral de las funciones de la tierra. El Consorcio de Ciencia de las Tierras Secas para el Desarrollo (DSD, por sus siglas en inglés), ha definido la DT como “*un proceso expresado por una persistente reducción o pérdida de la productividad biológica o económica de las tierras que están sujetas a usos por los humanos*” (DSD-WG1, 2009: 3). Esta se distingue por plantear la persistencia de los efectos negativos de la DT. Se puede observar que todas estas definiciones se mantienen dos aspectos esenciales: el efecto negativo sobre las funciones ecosistémicas de la tierra, y el papel decisivo de la acción humana en el fenómeno de la DT.

²⁶ En términos generales esta ecuación plantea que la formación de los suelos depende de cinco factores, a saber: clima, relieve, material parental, biota y tiempo.

Para otras definiciones se puede referir a otros autores (Bastin *et al.*, 1993; DSD-WG1, 2009; Eswaran *et al.*, 2001; FAO, 2003; GEF, 1999; Stocking, 2007). Asimismo, es importante mencionar el significado de *desertificación*, la cual se refiere a la DT que ocurre en *tierras secas* (UNCCD, 1994), y esta es su acepción generalizada, aun cuando también ha habido una evolución en la misma (Bartman *et al.*, 2007; Herrmann y Hutchinson, 2005). Por su parte las *tierras secas* son definidas como las tierras con un *índice de aridez* entre 0.05 y 0.65, y comprenden las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, pero excluyen las hiper-áridas, a menos que sean irrigadas, por considerarse no aptas para sustentar vida humana (Dregne y Chou, 1992). A su vez el *índice de aridez* es definido como el cociente de la precipitación media anual (P) y la evapotranspiración potencial media anual (PET) (Schreiber *et al.*, 2008; Sörensen, 2007).

Con base en las definiciones de diversos autores (Bastin *et al.*, 1993; DSD-WG1, 2009; Eswaran *et al.*, 2001; FAO, 2003b; GEF, 1999; Nachtergaele *et al.*, 2009; Sotcking, 2007), para nuestros propósitos hemos una síntesis a manera de una definición general, entendiendo la DT como: *la disminución de la capacidad de la tierra, de manera temporal o permanente, en todos o cualesquiera de sus componentes (agua, suelo, biota, clima y relieve), para cumplir una o más de sus distintas funciones (ecológicas, productivas, económicas y/o culturales), sea por causas naturales o humanas*. Es importante señalar que los componentes de la tierra están interrelacionados en sus funciones y procesos, y en ocasiones estos pueden parecer contradictorios. De este modo, y para propósitos prácticos, es esta definición que adoptaremos en la presente investigación.

Otro concepto ampliamente utilizado es el de desertificación, el cual es definido como “*la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas*” (UNCCD, 1994; 4). Por definición quedan excluidas de este concepto parte de las tierras subhúmedas y las húmedas, lo cual tiene implicaciones prácticas ya que la DT no tiene fronteras climáticas. Otra definición plantea que “*...es una condición de la degradación de la tierra inducida por el hombre que ocurre en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas secas (...) y conduce a una declinación persistente en la productividad económica (>15% del potencial) de la biota útil relacionada al uso de la tierra o a un sistema de producción...*” (Katyal y Vlek, 2000: referido por Holtz, 2003). En esta se

observa claramente un enfoque productivista. Por su parte, el DSD²⁷ plantea que es “*el estado final de los procesos de la degradación de tierras*”. (DSD-WG1²⁸, 2009: 3). Aquí cabe preguntar ¿La desertificación es un estado final o una tendencia de degradación bajo ciertas condiciones climáticas? ¿Es la desertificación irreversible? La respuesta a estas preguntas puede tener implicaciones en los enfoques de evaluación y medidas de prevención y combate a la DT.

Un análisis de la complejidad sobre definiciones de desertificación ha sido dada por Reynolds *et al.* (2005). También conviene mencionar que hay más de una definición de tierras secas o zonas áridas, por lo que la superficie estimada al nivel global varía dependiendo del método que se utilice para su delimitación (Sörensen, 2007).

Otro concepto importante es el de degradación del suelo, el cual ha sido definido como “...*un proceso que describe un fenómeno inducido por los humanos el cual disminuye la capacidad actual y/o futura del suelo para soportar la vida humana*”; dicha definición fue adoptada por GLASOD²⁹ (UNESCAP, 2000). Para de Kimpe y Warkentin (1998)³⁰ “...*un decrecimiento en el funcionamiento óptimo del suelo en los ecosistemas*”. Otra definición indica que es “...*una disminución en la fertilidad del suelo que resulta tanto de la disminución de los macro y micro-nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal y como de la disminución de las reservas de materia orgánica del suelo*” (Gray, 2005: 10). Estas definiciones van desde lo particular, como el efecto negativo sobre el crecimiento de las plantas, así como del funcionamiento en los ecosistemas, hasta como base para el desarrollo humano, Sin embargo, la degradación de suelos y de la biota, ocurren de manera interrelacionada, por lo que se requiere de una evaluación integral de la DT, es decir que incluya todos los recursos del concepto tierra.

Calidad de la tierra, calidad del suelo y salud del suelo

²⁷ Consorcio de Ciencia de las Tierras Secas para el Desarrollo (DSD, por sus siglas en inglés).

²⁸ Grupo de trabajo 1 de la DSD (WG1, por sus siglas en inglés).

²⁹ Evaluación Global de la Degradación de Suelos inducida por el hombre (GLASOD, por sus siglas en inglés).

³⁰ de Kimpe, C. R. y B. P. Warkentin. 1998. Soil functions and the future of the natural resources. Pp 3-10 *In* H. P. Blume *et al.* (eds) *Towards Sustainable Land Use: Furthering cooperation between people and Institutions*. Vol. 1 *Advances in GeoEcology* 31. (Referido por Castro Filho *et al.*, 2001).

Otros conceptos muy relacionados con la DT son las siguientes. La calidad de la tierra (que es como el sentido opuesto de la DT) ha sido definida como “...*la habilidad de la tierra para realizar funciones específicas sin degradarse*” (Beinroth *et al.*, 2001: 569). Otra definición más amplia indica que “...*se refiere a la condición o salud de la misma, y específicamente a su capacidad para su uso y manejo ambiental sustentables...y debe ser evaluada con respecto a tipos específicos de uso de la tierra*” (Pieri *et al.*, 1995: 1). La relatividad del concepto, es decir el contexto de uso de la tierra, es el principal aporte de esta definición.

En cuanto a calidad del suelo (CS), al igual que con los anteriores conceptos, existen diversas definiciones (ver p. ej. Hall, 2003). Una definición plantea que “...*es su capacidad (del suelo) de funcionar, dentro de los límites de un ecosistema natural o manejado, para sostener la productividad vegetal y animal, mantener o promover la calidad del agua y el aire, y dar soporte a la salud y habitación humana*” (Doran *et al.*, 1996³¹; SSSA, 1995³²). Esta definición parece ser adecuada para los propósitos de una evaluación de la DT en la perspectiva del manejo sostenido de los recursos naturales, y de hecho es la más ampliamente adoptada en la literatura científica.

La salud del suelo (SS), por su parte, ha sido definida como “...*la habilidad del suelo para desempeñarse o funcionar de acuerdo a su potencial, y que cambia a través del tiempo debido al uso o manejo humano o a eventos naturales...*” (Doran y Safley, 1997; 2). Posteriormente se ha definido como “...*la capacidad de un suelo para funcionar como un sistema vivo vital, dentro de los límites de un ecosistema o uso de la tierra, para sostener la productividad vegetal y animal, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire, y promover la salud vegetal y animal*” (Doran y Zeiss, 2000; 4). Esta definición es muy similar a la de CS de Doran *et al.*, (1996), pero difiere en que el suelo es reconocido como un cuerpo vivo y no solamente como un reservorio de nutrientes o como un soporte físico. Además se le da un papel preponderante al manejo y uso de la tierra, aspectos que son decididos y realizados por los seres humanos.

³¹ Doran. J.W., M. Sarrantonio, and M.A. Liebig. 1996. Soil health and sustainability. *Advances in Agronomy* **56**:1-54. (Referido por: Baldwin, 2006).

³² Soil Science Society of America. 1995. Statement on soil quality. *Agronomy News* (Referido por Carter *et al.*, 1997).

De acuerdo a Bowman (2003), el concepto de CS es preferido por los científicos, en tanto que el de SS lo es para los agricultores. En el manual de salud del suelo de la Universidad de Cornell, se adopta la siguiente definición: “*la capacidad continua del suelo de funcionar como un ecosistema viviente y vital para el sustento de plantas, animales y seres humanos*”³³. Idowu *et al.* (2006), de ese grupo de Cornell, plantean que la SS está relacionada con la calidad inherente y la calidad dinámica del suelo, y aquella está determinada por los factores de formación del suelo, mientras que la calidad dinámica tiene que ver con las prácticas de manejo y las condiciones físicas y biológicas derivadas de ellas.

En algunos manuales se usan indistintamente CS y SS como términos intercambiables o sinónimos (Acton y Gregorich, 1995; Gugino *et al.* 2007). Los primeros utilizan la siguiente definición; “*Salud o calidad del suelo es la aptitud del suelo para soportar crecimiento de cultivos sin que resulte en la degradación del suelo o daños al ambiente*”.

3.3. Factores causales de la DT

En cuanto a los factores causales, en la DT intervienen múltiples aspectos de orden biofísico, económico y social. Más aún, aspectos culturales y políticos pueden ser decisivos en muchos casos. Entre los factores se pueden distinguir los que tienen una implicación directa en la DT, tales como la deforestación y el inadecuado manejo agrícola de la tierra, y los que promueven y/o condicionan la aparición de la DT, tales como las políticas ambientales inadecuadas, la pobreza y procesos de conflicto local. A estos factores Geist y Lambin (2004), les denomina **causas directas** (*proximate causes*) y **causas subyacentes** o **indirectas** (*underlying causes*), respectivamente. Siendo la DT un fenómeno multifactorial y complejo, es importante identificar y ubicar la importancia relativa de los factores causales, ya que en toda situación intervienen diversas causas y ellas no actúan de manera aislada, y su peso relativo es contextual. Las causas directas actúan después de las subyacentes, es decir éstas últimas son las causas de origen o causas de raíz (*root causes*). Existen también los procesos de degradación de la tierra, como la erosión hídrica y la pérdida de cobertura vegetal, y representan los síntomas visibles de la DT. En muchos casos los programas de mitigación y combate a la DT se enfocan,

³³ url: <http://www.css.cornell.edu/extension/soil-health/manual.pdf> (Acceso 08-Dic-2018).

equivocadamente, sólo a los procesos urgentes o síntomas, dejando en segundo plano las causas, en especial las subyacentes, teniendo como resultado poco o nulo éxito en sus acciones.

Existen diversos planteamientos en cuanto a la importancia relativa de los factores causales de la DT. Por ejemplo, algunos autores plantean que la agricultura de subsistencia, la pobreza y el analfabetismo pueden ser causas importantes de la degradación de la tierra y del ambiente. Este es un punto de controversia, ya que otros especialistas muestran que la DT tiene raíces más diversas y complejas que las anteriormente sugeridas (Blaikie y Brookfield, 1987; Gisladdottir y Stocking, 2005; Reed y Dougill, 2008; Reynolds *et al.*, 2007; Warren, 2002), y sigue siendo un tema de discusión, pero la tendencia es a aceptar esa complejidad en las causas. En el **Cuadro 3.1** se presenta un resumen de enfoques en evaluaciones de causas de la DT.

Cuadro 3.1. Resumen de enfoques en el análisis de factores causales de la DT.

Enfoque principal de causa/efecto	Referencias principales
Degradación ⇔ Factores ambientales	Deng <i>et al.</i> , 2005; Kammerbauer <i>et al.</i> , 2001; Shrestha <i>et al.</i> , 2004
Degradación ⇔ Pobreza, subdesarrollo	El-Beltagy, 1997; Escobar y Swinton, 2003; Aggrey <i>et al.</i> , 2010
Degradación ⇔ Presión demográfica	Dejene <i>et al.</i> , 1997; De Villiers <i>et al.</i> , 2002; Malthus, 1798; Nagdeve, 2007; Olson, 1994
Degradación ⇔ Carencia de conocimientos/tecnologías y soporte institucional	Boserup, 1965; Tiffen <i>et al.</i> , 1994; Nyssen <i>et al.</i> (2009)
Degradación ⇔ Uso no apropiado de la tierra	Domínguez-Palacio <i>et al.</i> , 2006; Roxo, 2000; Zhang <i>et al.</i> , 2006
Degradación ⇔ Factores socioeconómicos y culturales	Koku, 2001; Sharakas <i>et al.</i> , 2006; WMO, 2005
Degradación ⇔ Factores ambientales y humanos	Cheattho, 2009; Liu <i>et al.</i> , 2003; Reich <i>et al.</i> , 2000; Santibáñez y Santibáñez, 2007
Degradación ⇔ Fallas en las políticas ambientales	Barbier, 2000; Clement y Amezaga (2008), Lorent <i>et al.</i> (2008); Rasul (2007)
Degradación ⇔ Multifactorial y contextual	Barrow, 1994; Douglas, 2006; Geist y Lambin, 2004; Reed y Dougill, 2008; Reynolds <i>et al.</i> , 2007; Warren, 2002

En cuanto al tipo de factores causales, a reserva de una revisión más amplia, en este trabajo hemos adoptado los términos de; (a) Causas directas, como aquellas que implican un efecto directo, tangible sobre la DT, tales como la deforestación y el mal manejo de la tierra; (b) causas indirectas, como aquellas que tienen que ver con aspectos socioeconómicos, políticos o culturales que fomentan de manera indirecta la DT, como ejemplo la inseguridad en la tenencia de la tierra, o las inadecuadas políticas públicas en

materia ambiental. Cheattho (2009) indica adicionalmente, que existen los llamados procesos de la DT, o sea aquellos que se manifiestan de manera tangible tales como la erosión o la salinización. En el **Cuadro 3.2** se muestra una síntesis de los tipos de causas y los factores causales y factores de degradación agrupados por su importancia relativa.

Las zonas montañosas presentan las condiciones biofísicas favorables a los procesos de degradación como lo indica Stocking (2007). Esto básicamente tiene que ver con las pendientes inclinadas y con el manejo de los sistemas agrícolas. Desde hace más de una década, Dregne (1999:100) indicaba que la causa directa de la DT era el mal manejo de la tierra (actividad humana) mientras que las causas de ese mal manejo podían ser muchas; tenencia de la tierra, sequías, pobreza, servicios de asesoría no adecuados, presión demográfica, etc. y que las causas indirectas normalmente son de tipo socioeconómico y no cambian fácilmente. El mal manejo podía ser tan solo un síntoma de problemas más profundos y planteó que para combatir la DT era necesario remover ambos tipos de causas. Este planteamiento sigue siendo vigente como se demuestra en las referencias que se mencionan a continuación.

Algunos autores (Escobar & Swinton, 2003; Stocking, 2007), han encontrado cierta relación entre la DT y el grado de pobreza, y otros más (El-Beltagy, 1997), la relacionan con el subdesarrollo. Estas afirmaciones son muy discutibles; por ejemplo, países europeos económicamente desarrollados han mostrado altos niveles de degradación (Dregne y Chow, 1992; Oldeman, 1997). Muchos estudios realizados en Sudamérica han mostrado que la relación DT-pobreza es muy ambigua y que esta relación parece ser función de la actividad que realizan y del tipo de activo de los productores (Agudelo *et al.*, 2002; Baquero *et al.* 2003; Finco, 2009; Munk, 2003). En China, en un estudio reciente (Bai y Dent, 2009) se ha encontrado que “la DT no correlaciona con la densidad demográfica ni con la pobreza”. Conclusiones similares plantearon Stringer y Reed (2007) en Suazilandia (Swaziland). No obstante, es importante señalar que en algunos casos se ha encontrado que la presión demográfica juega un papel importante como causa indirecta de la DT (Gebremedhim, 2004; Manjoro, 2006).

Cuadro 3.2. Principales factores causales y procesos involucrados en la DT (*Fuente:* Revisión de literatura y adaptado a partir de Schreiber *et al.*, 2007).

Tipo de Causas	Factores Causales y Procesos de degradación
Procesos	Prioritarios:

	Reducción de la cobertura vegetal; erosión hídrica y erosión eólica
	Otros: Pérdida de materia orgánica; acidificación; aridización; pérdida de biodiversidad; invasión de arbustos; expansión de tierras secas; reducción de agua dulce; degradación física del suelo; contaminación; salinización; arenificación; encostramiento del suelo; declinación de la fertilidad del suelo.
Directas o próximas	Prioritarios: Manejo agrícola inadecuado; deforestación; cambio de uso de la tierra.
	Otros: Expansión agrícola; incendios; inadecuada disposición de desechos; cambio de cobertura del terreno; sobrefertilización; sobrepastoreo; sobrelaboreo de la tierra; urbanización sin planificación.
Indirectas o subyacentes	Prioritarios: Políticas inadecuadas; manejo inadecuado de la tierra; usos no sostenibles de la tierra.
	Otros: Expansión agrícola; cambio climático; sequía; inseguridad en la tenencia de la tierra; carencia de conocimiento ambiental; desconocimiento sobre tecnologías alternativas; manejo inadecuado de la tierra; alta pendiente de la tierra; cambio de uso de la tierra; presión sobre el uso de la tierra; acceso limitado a insumos agrícolas y crédito; presión de pastoreo de ganado; pobreza; desinterés por problemas ambientales

La DT dista mucho de ser exclusiva de las zonas áridas o tierras secas. Bai *et al.* (2008a) en su estudio al nivel global, concluyeron que: (a) la agricultura no es la causa principal de la DT; (b) el 78% del área degradada se encuentra en tierras húmedas y el 22% en las tierras secas, incluyendo las hiper-áridas, y (c) no parece haber una buena correlación entre la DT y algunos indicadores de pobreza.

Aunque la DT ha ido en aumento al nivel global y regional, también es importante señalar que hay ejemplos que muestran que en ciertas áreas ha ocurrido lo contrario, es decir ha habido una restauración o “reverdecimiento”, ya sea por disminución de las presiones, o causas directas, o por actividades de restauración (Karnielli *et al.*, 2008).

Frecuentemente se ha señalado al cultivo agrícola en tierras no aptas como una causa directa de la DT en diversas partes del mundo: p. ej. Gebremedhim (2004:1) en países del este de África; Manjoro (2006), en el sur de Sibabue. Otra de las causas importantes es el cambio de uso de la tierra (CUT) como indican algunos ejemplo para China (Bai y Dent, 2009), así como el sobrepastoreo (Manjoro, 2006).

Con base en lo revisado aquí podemos decir que la pobreza y la presión demográfica están vinculadas a la DT pero no de una manera directa ya que en este fenómeno intervienen muchos otros factores de una manera compleja y contextual, donde las decisiones sobre el manejo de la tierra dependen de aspectos socioeconómicos y culturales, y son éstos los que influyen decisivamente sobre la DT/conservación. Donde hay contradicciones o conflictos en el uso de la tierra es más probable que haya procesos de DT. En cambio, donde hay consenso en los objetivos entre los usuarios de la tierra, es más probable que se opte por el uso de la tierra en una perspectiva de sostenibilidad.

3.4. Enfoques y perspectivas en evaluación de la DT

Preguntas clave para ubicar y elegir un método de evaluación

Los métodos o esquemas de evaluación de la DT varían en sus enfoques y perspectivas, los cuales responden a las siguientes preguntas: ¿A qué nivel se evalúa?. ¿Qué se evalúa?, ¿Quién evalúa?, ¿Con base en qué se evalúa?, ¿Para qué se evalúa? y ¿Cómo se evalúa? Existen en la literatura infinidad de reportes abarcando una amplia gama de esquemas (marcos), métodos y aplicaciones en estudios de caso a diversas escalas, los cuales contienen respuestas a estos cuestionamientos. Ante la diversidad de enfoques, perspectivas y métodos de evaluación, es necesario plantear estas preguntas al momento de elegir un método para su aplicación en una investigación sobre DT en particular.

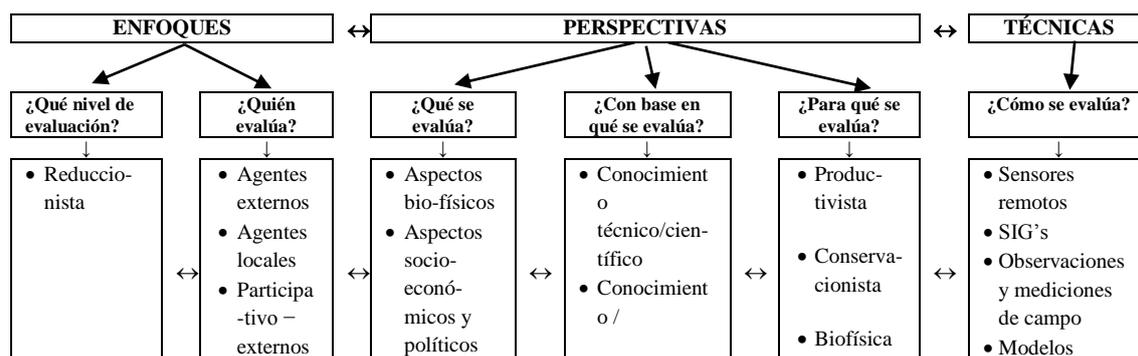
En la **Figura 3.1** se muestra un desglose de las opciones principales para cada una de las preguntas anteriores, y en la práctica se podrá encontrar una amplia gama de combinaciones.

Enfoques en la evaluación de la DT

Se pueden agrupar en dos **enfoques en el nivel de análisis** que son: (1) Reduccionista, y; (2) holístico o integrado. Se dice de un enfoque **reduccionista** cuando se estudia un fenómeno complejo a través del análisis de sus partes o elementos, en tanto que el enfoque holístico o integrado es aquel que estudia un fenómeno complejo desde las múltiples interacciones que intervienen en este.

Otra forma de ubicar el enfoque de un método es a través de entender quiénes participan en la evaluación. Mientras muchos de los trabajos y programas han sido hechos con un enfoque “de fuera hacia dentro” (“top-down” en inglés), en recientes años se ha venido impulsando el enfoque inverso, es decir “de abajo a arriba” o “de dentro hacia fuera” (“bottom-up” en inglés). Particularmente los análisis de la DT, así como los programas oficiales de restauración en diferentes países, fueron basados en el primer enfoque, el cual fue inadecuado para poner en práctica ya que los propósitos y percepciones de los usuarios locales de los recursos de la tierra no fueron tomados en cuenta de manera adecuada, como lo han señalado diversos estudios (Abraham et al., 2005; Barrios et al., 2006; Dixon y Ponce-Hernandez, 2002; Eswaran et al., 2001). Desde las últimas décadas, sin embargo, la tendencia en los esquemas y métodos de evaluación de la DT ha sido ir más allá de las evaluaciones de la DT con enfoque “desde fuera” e involucrar las necesidades y percepciones de los actores locales, es decir con un enfoque integral y participativo. Esta es una tendencia que ha ido ganando fuerza en las evaluaciones de la DT, desde el nivel local hasta los nacionales (Abraham et al., 2006; DSD-WG1, 2009; Nachtergaele et al., 2009; Reed y Dougill, 2008). No obstante, siguen siendo escasas las aplicaciones en estudios de caso por lo que es importante realizar mayores esfuerzos al respecto. Es una tarea necesaria para poder enfrentar la DT y sus efectos de manera más eficaz.

Con relación a la forma de abordar una evaluación de la DT, existen diversas aproximaciones. Aun cuando la tierra es un concepto integrador *per se* (FAO, 2003), el análisis de la DT puede no ser integral. Si el objetivo se centra en la relación de la DT con la producción (biomasa, de cultivos agrícolas, ganado, etc.), se trata de un enfoque *reduccionista*; si en cambio la evaluación tiene como objetivo estudiar la relación entre distintos aspectos ambientales, económicos y socioculturales, es decir un enfoque



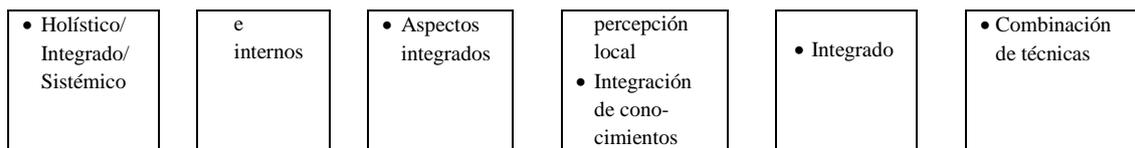


Figura. 3.1. Enfoques, perspectivas y preguntas clave para ubicar y/o seleccionar un método de evaluación de DT. *Fuente:* elaboración propia.

interdisciplinario, entonces hablamos de un enfoque *holístico* o *integrado*. El carácter integrado, sin embargo, no es la mera conjunción de los aspectos mencionados, sino que además implica la ponderación y jerarquización del papel que juegan en el complejo fenómeno de la DT. Más aún, si en el proceso de evaluación se consideran los conocimientos tradicionales, y se involucra a los usuarios locales durante el desarrollo de la evaluación, tanto en la identificación de problemas, como en el intercambio de conocimientos, y el análisis y propuesta de alternativas, en un ambiente de diálogo de saberes, entonces se estará hablando de un enfoque *integrado* y *participativo*.

Perspectiva de la evaluación

La perspectiva de evaluación de la DT está relacionada a la pregunta de ¿para qué es realizada la evaluación?, y puede ser:

- (a) *Productivista*, cuando el objetivo es fundamentalmente la valoración del impacto de la DT sobre la capacidad productiva de la tierra, especialmente plantas o cultivos, y animales; Aunque la perspectivas biofísica y de la ecología política son científicas, en la perspectiva técnica/científica se refiere a la participación exclusiva o prioritaria de conceptos y conocimientos derivados de y aplicados en aspectos técnicos de la DT.
- (b) *Conservacionista*, cuando el propósito de la evaluación es para proteger o conservar el recurso tierra o cualquiera de sus componentes. En estos casos lo más importante es detener o revertir la DT con beneficios prioritarios en la dimensión biofísica.
- (c) *Integrada*, cuando además del impacto sobre la capacidad productiva de la tierra se valoran otros impactos tales como la disminución de funciones ecosistémicas y sobre las sociedades humanas.

Considerando el tipo de información básica utilizada en las evaluaciones, estas pueden ser de tipo:

- (d) *Técnico/científico*, que se basan en el análisis de datos obtenidos mediante procedimientos exclusivamente técnicos;
- (e) *Conocimiento local*. Que consiste en la documentación e interpretación del conocimiento local sin hacer un análisis profundo de causas y procesos.
- (f) “*Híbrido*” o *participativo*, que además de la información técnica, incorporan información del conocimiento local en un ambiente de diálogo de saberes

Se considera participativo cuando son involucrados diversos actores, particularmente los actores locales, en una integración horizontal donde los objetivos y planteamientos de todos los participantes tienen igual valor para ser considerados. Esta participación igualitaria se da en las diversas etapas de los proyectos, incluyendo la planificación, la toma de decisiones y el seguimiento del proyecto. No obstante hay niveles de participación dependiendo del papel que les corresponda a cada uno de los involucrados.

Algunas de las herramientas utilizadas en las investigaciones integrales son las entrevistas individuales, discusiones grupales, y observaciones de campo. Para la aplicación de entrevistas se emplean cuestionarios semiestructurados, mientras que en los talleres se recurre con frecuencia al esquema presión-estado-respuesta (P-E-R), el cual resulta muy útil en la identificación de causas y estado en torno a la DT, así como alternativas para el manejo sostenible de los recursos naturales al nivel local (FAO, 2001; Kammerbauer *et al.*, 2001).

Para complementar la explicación del Cuadro 3.4.1 a continuación se describen algunos ejemplos de combinaciones de perspectivas y enfoques más comunes encontradas en la literatura.

Perspectiva biofísica y conservacionista

Desde el enfoque biofísico, la DT es evaluada con base en los cambios en la calidad de los recursos de la tierra, ya sea de manera cualitativa o de manera cuantitativa. Son ejemplos las evaluaciones hechas con base en cobertura de terreno y sobre los atributos cuantitativos de otros recursos de la tierra como el suelo. La perspectiva puede ser conservacionista si el propósito principal es contribuir a la conservación y o mejoramiento de la tierra. Ejemplos de esta combinación de enfoque y perspectiva son los esquemas GLASOD/ASSOD (Oldeman *et al.*, 1991; van Lynden *et al.*, 1997) y las evaluaciones globales y regionales hechas por Bai *et al.* (2008).

Perspectiva de la ecología política

Desde la ecología política se da mayor énfasis al entendimiento de las causas subyacentes y se cuestiona la responsabilidad de la sociedad sobre la DT a diferentes escalas. Se enfatiza sobre el papel del poder económico y político así como de los valores que ellos imponen, sobre las decisiones en el uso de los recursos naturales a diferentes escalas, la distribución de sus beneficios (por ej. países económicamente desarrollados *vs.* países en desarrollo, o “Norte *vs.* Sur”), y de cómo impacta en la degradación de dichos recursos. Desde esta perspectiva se pugna por una igualdad en el acceso a los recursos naturales, para lo cual se requiere de sociedades democráticas que promuevan y mantengan los derechos humanos para tender a sociedades más justas. Algunos autores recomendados son: Alimonda (2002); Blaikie y Brookfield (1987); Martínez-Alier (2005)³⁴.

Con base en lo anterior, en la aplicación práctica de las evaluaciones de la DT se pueden tener diversas combinaciones de enfoques, por lo que las evaluaciones pueden ser, por ejemplo: Productivistas técnicos, o productivistas participativos; integrales técnicos e integrales participativos. Muchas de las evaluaciones sobre DT o sobre desertificación han sido realizadas con un enfoque técnico productivista. Sin embargo la tendencia actual es hacia el enfoque integral y participativo. Un enfoque integral participativo, el cual implica el involucramiento de los distintos actores en todas las etapas y toma de decisiones (ver Abraham y Torres, 2007; Reed y Dougill, 2008), se considera mucho

³⁴ Los planteamientos sobre ecología política del Grupo de Trabajo CLACSO pueden ser consultados en: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/libros/ecologia/ecologia.html> (Consultado 08-Dic-2018).

mejor para una evaluación más realista, ya que considera los conocimientos, objetivos e intereses, y percepciones de los actores locales, considerándolos con la misma importancia de inicio, y resulta adecuado principalmente en evaluaciones al nivel local. Pero el carácter participativo no lo imprime el solo hecho de involucrar a los actores locales como guías o informantes, ni el hecho de incluir sus conocimientos e indicadores, sino que ellos son involucrados como parte del problema y de las soluciones posibles, es decir, toman parte en las decisiones y puesta en marcha de acciones para revertir la DT.

Inclusión de conocimientos tradicionales y diálogo de saberes

En el ámbito del manejo de recursos naturales, existen diversas formas en que los CT y CC pueden interactuar: a través de la predominancia o imposición, por medio de la confrontación, o en un ambiente de respeto mutuo. La cultura occidental ha considerado, generalmente, que el CC es el que posee la explicación “verdadera” de los fenómenos y las cosas, y difícilmente acepta otra forma de pensar que no concuerde con sus métodos. Pérez y Argueta (2011) señalan que además de la supuesta “supremacía” de los CC sobre los CT, persiste el problema de que los saberes indígenas no han sido reconocidos como conocimientos con carácter suficiente para ser considerados en un diálogo horizontal y que son las disciplinas científicas las que “validan” los conocimientos indígenas. Para los usuarios locales de la tierra, y particularmente para las comunidades indígenas, los CT se basan en evidencias empíricas, pero van más allá de lo meramente físico ya que también se fundamentan en las percepciones y cosmovisión particulares del contexto cultural en que se desarrollan.

En este sentido, como señala Bastidas *et al.* (2010), el *diálogo de saberes* es un proceso comunicativo que persigue enlazar dos formas de pensamiento en una relación horizontal y democrática. A esta horizontalidad también se le llama simetría en el valor de los saberes locales y los conocimientos científicos, y se considera fundamental para la innovación tecnológica en comunidades rurales (Villaruel y Mariscal, 2010). Por su parte Cordero y Romero (2001) señalaron que “reconocer que el otro en la comunidad es poseedor del saber, del conocer que en la vivencia cotidiana ha construido, es un camino para pasar de la intervención al encuentro, de la imposición al diálogo”. Se trata entonces de una interacción armónica de saberes, donde ambos tipos de conocimiento parten de una premisa que es igualdad en el valor de sus planteamientos. En el campo de la

investigación y aplicación de los CT se menciona que “el estudio de los saberes ecológicos tradicionales (saberes locales) ha sido llamado Etnoecología” y que es en la Agroecología, o aplicación de principios ecológicos para el diseño de agroecosistemas, donde se reconocen y valoran, la experiencia y el saber de los productores locales, por lo que el dialogo de saberes se vuelve una herramienta fundamental para la investigación agroecológica (Toledo, 2005).

A manera de resumen de este apartado, podemos decir que dentro de los enfoques ya mencionados, existen dos perspectivas claramente diferenciadas, las cuales definen la forma de concebir y abordar la DT, la perspectiva de los agentes externos (basado en el conocimiento técnico/científico) y la de los agentes locales (basado en el conocimiento local o tradicional). Ambos tipos de conocimiento utilizan sus propios indicadores. Como lo demuestran diversos estudios con enfoque integral y participativo (Lestrelin *et al.*, 2006; Reed y Dougill, 2008; Stringer y Reed, 2006; Roba y Oba, 2008), los conocimientos locales suelen ser más holísticos que los científicos, aunque también más acotados aun espacio geográfico definido. Sin embargo, ambos conocimientos son complementarios y su conjunción puede ser una ventaja para el mejor éxito en los proyectos de evaluación y reversión de la DT.

Por tanto, en esta investigación consideramos que el enfoque de investigación más apropiado es el integral u holístico, que incluye aspectos biofísicos, económicos y socio-culturales, e “híbrido” y participativo. Este enfoque promueve la utilización del conocimiento y percepciones locales, en conjunción con el conocimiento científico. Se considera más adecuado para su aplicación al nivel local y regional, principalmente porque permite el intercambio de conocimientos y el consenso de objetivos y métodos de evaluación, y porque da mayor garantía sobre la adopción y seguimiento a las acciones para revertir la DT.

3.5. Métodos para la evaluación de la degradación de tierras: panorama global y local³⁵

³⁵ Publicado como artículo: Pulido, J. y G. Bocco. 2011. ¿Cómo se evalúa la degradación de tierras?: Panorama global y local. *Interciencia* 36(2): 96-103. Feb. url: http://www.interciencia.org/v36_02/096.pdf (Acceso 08-Dic-2018).

El objetivo de esta sección es analizar los métodos más usuales para la evaluación de DT. A tal fin, se revisaron de manera amplia las diversas propuestas vigentes en publicaciones científicas, y se compararon brevemente dentro de dos escalas: global/regional y local, señalándose sus alcances y limitaciones.

A pesar de la importancia de la DT, y el vasto conocimiento de los problemas globales que aquejan a la humanidad, la mayoría de las evaluaciones son todavía parciales, fraccionadas, incompletas y varían en los enfoques y conceptos en los que se basan (Eswaran *et al.*, 2001; Kapalanga, 2008). No obstante, existen esfuerzos importantes de organismos y grupos de expertos que impulsan la formulación y aplicación de esquemas o metodologías integrales a la evaluación de la DT.

Con relación a los métodos de evaluación de la DT, Oldeman (2002) identificó seis tipos, con base en la fuente de datos, a saber: (1) opinión de expertos; (2) uso de sensores remotos; (3) monitoreo en campo; (4) cambios en la productividad; (5) estudios a nivel de finca, y (6) el modelado. Estos “métodos” en realidad son técnicas o herramientas, como les denomina Nachtergaele (2004), para la obtención de datos para la evaluación. Los métodos pueden ser agrupados con base en la escala de aplicación y por el enfoque utilizado; ésta es la forma en que se aborda el análisis en este ensayo. En los siguientes apartados se presentan las principales características y aplicaciones de los métodos más conocidos, agrupados de acuerdo a la escala en que comúnmente son implementados. Al final se presenta un análisis de los aportes y limitaciones de todos ellos.

Análisis comparado de métodos más conocidos

En el **Cuadro 3.3**, se presentan, a manera de resumen, los principales atributos de los métodos de evaluación de la DT más usuales. Con base en estos datos y en la información contenida en las referencias originales es posible revisar los alcances, limitaciones y potencialidades de los diversos métodos disponibles en la literatura científica. Además de lo anterior, es pertinente comentar las enseñanzas que ha dejado la aplicación de los esquemas o métodos de evaluación.

Métodos de evaluación global/regional

El esquema *GLASOD* ha sido un estudio sobre degradación global de suelos único a la fecha. Identificó tipo, extensión, grado, velocidad y principales causas. Ha servido de base a diversos programas ambientales al nivel internacional. Sin embargo fue enfocado solo al recurso suelo, y fue realizado con un enfoque productivista. La valoración de niveles de degradación dependió en gran parte del criterio de los expertos. El esquema *GLASOD* no incluyó la degradación natural, y la escala del mapa 1:10 M no permite análisis preciso al nivel nacional. Hoy día se considera desactualizado, y aun así hay autores que consideran que el esquema puede ser útil se mejoran algunas de sus desventajas para producir una versión actualizada (Sonneveld y Dent, 2009). Más aún, los datos siguen siendo utilizados como lo muestra el proyecto *GLADIS* (Nachtergaele *et al.*, 2010a).

En cuanto a la *Desertificación Global* de Dregne y Chou (1992), este estudio representó en su momento una buena compilación y análisis de la desertificación global, desglosada al nivel nacional. Se produjeron listas de áreas de tierras secas degradadas, pero no un mapa. En la evaluación se incluyó suelo y cobertura vegetal, pero no el recurso agua. Tampoco se agregó algún aspecto social o cultural. Se centró únicamente en el impacto económico de la desertificación sobre el rendimiento de cultivos. Como su autor lo señaló, sus resultados no fueron comparables a los de *GLASOD* principalmente por derivar de métodos de evaluación distintos (Dregne, 1998).

El esquema *ASSOD* es prácticamente el mismo que *GLASOD*, con algunas modificaciones para hacerlo más preciso. Los mapas de 17 países participantes fueron publicados a escala 1:5 millones. La principal ventaja es que se puede aplicar a escala nacional para identificar las causas y procesos de degradación, así como la severidad de los procesos. En América Latina se hizo una evaluación para México (SEMARNAT-CP, 2002). Potencialmente es posible hacer evaluaciones al nivel local. La principal limitante es que está enfocada al recurso suelo y no a la tierra como concepto amplio.

Cuadro 3.3. Comparación de Métodos de Evaluación de DT más conocidos (hasta 2010).

Método/ Marco	Referencias clave	Escala de aplicación	Tipo / Fuente de datos	Tipo y enfoque de evaluación	Indicadores básicos	Escala temporal	Unidad espacial/ Cartográfica
GLASOD	Oldeman <i>et al.</i> (1991) Sonneveld y Dent (2009)	Global / Regional (tierras secas y húmedas) 1:10Mpromedio	Opinión de expertos al nivel internacional.	Degradación de suelos inducida por el hombre. Productivista.	Erosión hídrica Erosión eólica Degradación química Degradación física	Degradación acumulada hasta 1987-1990 (histórica)	Unidades fisiográficas (laxamente definidas)
Desertificación global de Dregne	Dregne y Chou (1992) Dregne (1998)	Global (tierras secas)	Análisis de datos y cartografía publicados.	Desertificación (inducida por el hombre). Productivista.	Degradación de cobertura vegetal, erosión hídrica y eólica, salinización y anegamiento. Polución de suelos.	Se utilizaron datos de uso de la tierra del Anuario de Producción de FAO (1986).	Datos de áreas afectadas por degradación reportadas al nivel de países y continentes.
ASSOD	Van Lynden y Oldeman (1997) SEMARNAT-CP (2002)	Regional / Nacional (SE de Asia y otros) 1:5M	Opinión de expertos de instituciones nacionales.	Degradación de suelos inducida por el hombre. Productivista.	Erosión hídrica Erosión eólica Degradación química Degradación física	Antes de 1997 (histórica)	Unidades fisiográficas definidas de acuerdo a metodología estándar SOTER
LADA	FAO (2003) LADA (2009) Nachtergaele y Licona-Manzur (2008) Dixon y Ponce-Hernández (2002)	Regional / Nacional / Local	Todos – Sensores remotos, trabajo de campo, conocimiento local, etc.	Desertificación. Integral y participativo.	Diversos: sobre clima, relieve, suelo, vegetación, y aspectos socioeconómicos.	Flexible - Degradación histórica o acotada a un período específico.	Unidades de uso de la tierra
GLADA	Bai <i>et al.</i> (2008) Wessels (2009)	Global (tierras secas y húmedas)	Sensores remotos (8km) Datos demográficos e índices de pobreza de CIESIN (2007)	DT a partir de tendencias negativas en PPN. Productivista.	Productividad primaria neta (PPN), derivada de NDVI y ajustada por clima	1981-2003	Polígonos con clases de cobertura de terreno.
Desertificación regional – Síntesis global	Hellén y Trotrup (2008)	Global Regional (tierras secas)	Sensores remotos (8km)	Desertificación a partir de cambios en PPN. Productivista.	Productividad de vegetación anual, estimada de NDVI y precipitación	1982-2003	Polígonos con clases de cobertura de terreno.

MA – Evaluación de ecosistemas del milenio	MA (2005a) Adeel (2009) Montes y Lomas (2009)	Global (de tierras secas)	Revisión y análisis de información científica por expertos al nivel internacional.	Desertificación. Integral.	Cambios en la calidad de servicios de ecosistemas (de abastecimiento y/o de regulación y culturales).	Variable, por la diversidad de información utilizada en la revisión.	Ecosistema, como unidad de análisis
Evaluaciones locales con sensores remotos	Chen and Rao (2008) Elhadi <i>et al.</i> (2009) Zhang <i>et al.</i> (2008)	Local / Nacional	Landsat TM/ETM	DT / Desertificación a partir de cambios en cobertura de terreno. Productivista.	Cambios en cobertura vegetal a partir del Índice Normalizado de Vegetación, NDVI	1988-2001 1987-1999 1987-2006	Polígonos con clases de cobertura de terreno.
Índices de Degradación / Desertificación	Gad y Shalaby (2010) Lavado <i>et al.</i> , 2010	Local / Nacional	Landsat TM/ETM, SPOT y otros. Mapas temáticos.	Riesgo y sensibilidad a la DT / desertificación. Productivista.	Parámetros del suelo, vegetación, clima y manejo.	Periodos (ej. 1990-2000) y para años específicos (ej. 2009)	Polígonos con clases de cobertura de terreno.
Sistema de evaluación integrada del LADyOT	Abraham <i>et al.</i> (2006) Abraham y Beekman (2006) Abraham y Torres (2007)	Regional Nacional Local	Información y acuerdos preliminares con actores clave. Talleres participativos usando esquema EPRI y matriz FODA. Mapas temáticos y SIGs. Saberes locales e información histórica-ambiental.	Desertificación a partir de información científica y local (saberes tradicionales). Integral y participativo.	Cambios producidos en el sistema ambiental en relación con una línea base.	Diversas y a diferentes escalas por factores: abióticos, biofísicos, sociales y económicos, institucionales y organizacionales.	Unidades ambientales de referencia (Equiparables a unidades de paisaje)
DDP	Stafford-Smith y Reynolds (2002) Huber-Sannwald <i>et al.</i> (2006) Reynolds <i>et al.</i> (2007)	Local	Talleres con productores locales	Desertificación. Integral y participativo.	Disponibilidad de agua Producción de cultivos Cantidad de lluvia Tamaño de hatos	Variable, incluye degradación histórica	Unidades de paisaje
Evaluación Participativa de la DT	Stringer y Reed (2007) Reed y Dougill (2008) Lestrelin <i>et al.</i> (2007) Roba y Oba (2008)	Regional Nacional Local	Opinión de expertos. Entrevistas a informantes clave y grupos definidos. Revisión de literatura. Muestreos de campo. Sensores remotos. Mapas participativos.	DT, a partir de información “híbrida” (local y científica). Integral y participativo.	Cambios negativos en productividad de cultivo (maíz) y ganado, cobertura y abundancia relativa de especies vegetales, cualidades del suelo, fauna silvestre. Cobertura de terreno.	Variable: Cobertura vegetal (1984-1999); medición de erosión (2000-2005)	Sitios en transectos o gradientes a partir del mapa participativo. Unidades de paisaje locales. Unidades de pastoreo.

Además, no evalúa las causas indirectas, y su enfoque es productivista. A la escala nacional (1:250,000, en el caso de México), los resultados siguen siendo útiles para propósitos de planes generales de acción para revertir la degradación del suelo, pero presentan limitaciones para su aplicación al nivel local. Su aplicación no ha tenido continuidad en otros países.

Con respecto al esquema *LADA*, su enfoque integral y participativo, así como la flexibilidad de aplicación a distintas escalas son de sus principales virtudes. Cuenta con procedimientos bastante detallados (descritos en manuales) y se basa en un esquema de identificación de indicadores de causas, impactos y respuestas (DPSIR) bastante robusto, ya que a través de ello es posible consensuar visiones y alternativas de acción entre todos los actores involucrados. Combina el uso de datos de distintas fuentes, como son; sensores remotos, mapas temáticos, datos socioeconómicos y saberes locales. Identifica áreas críticas y áreas de éxito. Se ha aplicado más al nivel de países, aunque potencialmente puede aplicarse al nivel global. No obstante su enfoque hacia la desertificación ha limitado su aplicación a regiones húmedas, aunque esa tendencia ha cambiado en los últimos años y actualmente (*LADA*, 2009; *LADA-CUBA*, 2010). También ha mostrado que resulta costoso en su aplicación al nivel local (Dixon y Ponce-Hernandez, 2002).

La *Evaluación de Ecosistemas del Milenio (MA)*, basada en un amplio consenso de científicos al nivel internacional, enfatiza sobre la relación ambiente-bienestar humano. A la fecha representa el esfuerzo internacional más importante a nivel científico para conocer el estado actual de los ecosistemas del mundo. Su enfoque es integral, aunque no participativo ya que la fuente principal de los datos fueron las publicaciones y reportes científicos. Estimó las superficies de tierras secas degradadas (desertificación) en un rango, 10-20%, y no mediante un dato más preciso. Al dar énfasis a la desertificación, algunos de los procesos de degradación, por ejemplo la deforestación en Asia, África y Sudamérica, de regiones húmedas, no fueron suficientemente resaltados como parte de una evaluación de la DT (ver Figura 2 en *MA*, 2005b). Una ventaja es que este esquema tiene continuación, como *Millennium Assessment – follow up* (UNEP-CBD, 2008), previsto para ser reportado en 2015.

En cuanto a las evaluaciones de escala regional y global, basadas en la interpretación de datos de percepción remota (PR) en ambiente de sistemas de información geográfica

(SIG), algunos se han desarrollado a escala regional o nacional (Bai y Dent, 2009; Cebecauer y Hofierka, 2008; Qi y Cai, 2007; Wessels *et al.*, 2008), mientras que otros lo son a escala global o macro-regional (Hansen *et al.*, 2000; Helldén y Trottrup, 2008; Tateishi *et al.*, 2008). Comúnmente se utilizan imágenes– NOAA AVHRR (GIMMS), MODIS– de muy baja resolución (8km a 1km). En términos generales, estas evaluaciones de la DT, pueden ser clasificadas por los tipos de procesos que se miden: a) Cambios en la productividad de biomasa o de la cobertura vegetal, estimada a través del NDVI, con ajustes por el factor lluvia (Bai y Dent, 2009; Helldén y Trottrup, 2008; Wessels *et al.*, 2007, 2008); b) Tipos y severidad de procesos de degradación (Qi y Cai, 2007), y; c) Cambios y riesgos por un proceso de degradación en específico (Cebecauer y Hofierka, 2008). El indicador más comúnmente utilizado es el cambio de cobertura de terreno (CCT). La cobertura de terreno, por otra parte, ha sido estudiada al nivel global con base en imágenes de satélite (1 km) de los años 1992-1993 y 2003 (Hansen *et al.*, 2000; Tateishi *et al.*, 2008, respectivamente). Enseguida se discuten algunas de las evaluaciones relevantes usando percepción remota como dato básico.

El proyecto *GLADA*, de aplicación global como su nombre lo indica, busca evaluar la DT de manera indirecta a través de los cambios en la productividad primaria neta, estimada a partir de la interpretación de sensores remotos. El proceso de evaluación es relativamente rápido y de bajo costo/beneficio previsible. Entre las limitaciones de *GLADA* se pueden mencionar que se evaluó la DT de un período definido (1981-2003) relativamente corto en relación con la DT histórica. Sus autores (Bai *et al.*, 2008) reconocen que el método es menos confiable para zonas húmedas, y que los aspectos socioeconómicos no fueron incluidos de manera amplia. No obstante, sus resultados son los más actuales al nivel global y pueden ser útiles en la identificación de áreas críticas y de éxito, muy importantes para la planificación de estrategias de combate a la degradación. Como se ha mencionado anteriormente, existe una versión llamada *GLADIS*, que es una base de datos en línea, con mapas digitales que combinan datos de *GLASOD* y *GLADA* para presentar el estado de los recursos de la tierra.

La *Desertificación Regional – Síntesis global* de Helldén y Trottrup (2008), fue un estudio específico para regiones secas, basado en la interpretación de sensores remotos, siendo un procedimiento relativamente rápido y económico. Es un aporte importante porque fue específico para desertificación, y abarcó la mayor parte de las tierras secas. Sin embargo

presenta algunas limitaciones: su resolución no permite su utilización al nivel nacional. Además su evaluación, basada en la cobertura de terreno entre 1982 y 2003, no se refiere a la DT anterior a ese período. No incluyó todas las tierras secas del mundo (faltaron Norteamérica, Asia Central y Australia). Y como los mismos autores indican, parte del incremento de vegetación, que se reporta como “mejoramiento”, se debió a incremento de precipitación y no a acciones de control o mitigación.

Métodos de Evaluación al Nivel Local

Las *evaluaciones locales con sensores remotos*, tienen la ventaja de ser relativamente rápidas y más o menos precisas en cuanto a las superficies degradadas identificadas y a la formulación de modelos de evaluación del riesgo a degradación. El uso de estas herramientas es totalmente complementario a los métodos integrales y participativos que se discuten más abajo. No obstante estas virtudes, ellas solo evalúan cambios de cobertura y algunos procesos superficiales. Normalmente no analizan las causas, sobre todo las subyacentes, o lo hacen muy superficialmente, y sus períodos de evaluación son relativamente cortos. La interpretación de procesos se hace exclusivamente desde el conocimiento técnico/científico y no incluye aspectos sociales y culturales de los usuarios locales.

Aunque el uso de índices de degradación ambiental no es reciente, desde hace poco tiempo se ha estado aplicando a la estimación de sensibilidad ambiental a la degradación a través del cálculo de *Índices de DT/Desertificación*. Integra de una manera coherente y cuantitativa, índices parciales de calidad del suelo, de vegetación y de clima en un índice. Se trata de un enfoque integral, pero no participativo, ya que no incluye aspectos sociales y culturales, ni los saberes locales. Puede ser un método muy eficaz si se subsana esta limitante.

En cuanto a los esquemas integrales y participativos, el *Sistema de Evaluación Integrada del LADyOT* (Abraham *et al*, 2006), es uno de los esquemas con más alto detalle para el diagnóstico y seguimiento de la desertificación. Se ha desarrollado a través de varios estudios de caso, tanto locales como nacionales, durante más de dos décadas. Sus procedimientos incluyen diversas etapas y subetapas como la evaluación, la implementación de acciones y el seguimiento. Hace énfasis en selección de indicadores

y puntos de referencia. Involucra a los distintos actores que tienen influencia en la desertificación, como son los usuarios locales, los científicos y los tomadores de decisiones en políticas ambientales. Como herramientas metodológicas utiliza los talleres participativos para la toma de acuerdos a través del esquema Estado-Presión-Respuesta-Impacto (EPRI). Como parte del plan de evaluación y seguimiento se contempla la selección de sitios piloto y estudios de caso. Aunque a la fecha se ha aplicado a escala local y nacional, principalmente en América Latina y El Caribe, potencialmente es aplicable a diferentes escalas y regiones climáticas. Entre las escasas debilidades que se observan en el esquema del *LADyOT* se pueden mencionar que se ha enfocada solo a la desertificación (actualmente). Es previsible un alto costo en recursos financieros y datos por el nivel de detalle. La integración de conocimientos, sobre todo de los saberes locales, no está suficientemente clara. Puede considerarse como uno de los esquemas más completos, tanto por el nivel de detalle en el proceso de evaluación, como por las diversas experiencias generadas a partir de su aplicación. (Abraham y Beekman, 2006; Abraham y Torres, 2007).

El *Paradigma de Desarrollo de las Zonas Secas (DDP)*, enfatiza sobre la relación sociedad-ambiente, y se fundamenta en cinco principios sobre los sistemas humano-ambientales, las variables clave y el conocimiento ambiental local en relación con la desertificación (Reynolds *et al.*, 2007) Identifica variables “rápidas” y “lentas” que posibilitan la ubicación de indicadores clave. Para el análisis de las causas de la degradación se basa en los planteamientos de Geist y Lambin. (2004), el cual considera causas directas y subyacentes. Integra conocimiento ambiental local e involucra a los usuarios locales en las distintas etapas de la evaluación, considerando principalmente sus visiones sobre la problemática de la degradación. Entre sus debilidades, al igual que otros esquemas, el *DDP* se enfoca solo a la desertificación. No presenta un esquema de obtención de indicadores desde el conocimiento científico. Desde su planteamiento (Reynolds *et al.*, 2003), ha tenido escasos ejemplos de aplicación, y a la fecha no se observan evidencias de su continuidad, aunque sus autores son parte de los científicos que han contribuido al *Consortio Científico para el Desarrollo de las Tierras Secas* (DSD, 2009). Este marco, que tuvo sus orígenes al principio de la década del 2000 (Stafford Smith y Reynolds, 2002) gradualmente ha evolucionado a un esquema de alcances globales y recientemente se ha propuesto como el marco base para el Sistema

Global de Observación de Tierras Secas (GDOS, por sus siglas en inglés (Reynolds *et al.*, 2011).

La *Evaluación Participativa de la DT*, desarrollada a partir de diversos estudios de caso en Bostwana, y Suazilandia (Stringer y Reed, 2007; Reed y Dougil, 2008), e independientemente en otros lugares como Laos (Lestrelin *et al.*, 2007) y Kenia (Roba y Oba, 2008). Estas evaluaciones hacen énfasis en la integración de conocimientos local y científico y durante el proceso de evaluación se definen alternativas acordes al contexto de las comunidades de estudio. En ellas se evalúa la DT en su contexto amplio. La principal limitante de este esquema es alto consumo de tiempo y el previsible alto costo para extenderlo a escalas nacionales o regionales. En comparación con el *Sistema de Evaluación Integrada del LADyOT*, esta evaluación participativa ha desarrollado más la integración de indicadores locales, particularmente de comunidades indígenas donde se conservan conocimientos tradicionales, pero carece de un esquema tan detallado como el de *LADyOT*.

Discusión sobre métodos de evaluación de la DT

A partir de la revisión anterior, podemos decir que existen diversos métodos para la evaluación de la DT/Desertificación, los cuales están diseñados para propósitos diferentes, bajo conceptualizaciones diversas y salvo en contextos participativos, en función de los problemas que perciben los especialistas.

Al nivel global. *GLASOD* evaluó la degradación de suelos de manera cualitativa. Sus datos han sido útiles y no hay otros al nivel global hasta el momento en cuanto a degradación de suelos se refiere, pero actualmente se consideran desactualizados.

La desertificación (DT en tierras secas) ha sido más estudiada y su evaluación fomentada a través de organismos internacionales, y cuenta con diferentes esquemas de evaluación desarrollados en diferentes regiones y para aplicaciones a diversas escalas (Abraham *et al.*, 2006; Dregne, 1998; FAO. 2003; Helldén y Trottrup, 2008; Nachtergaele y Licon-Manzur, 2008; Reynolds *et al.*, 2003), dentro de los cuales destacan el *Sistema de Evaluación del LADyOT* y el proyecto *LADA*. Este último originalmente fue diseñado para tierras secas, pero actualmente está siendo aplicado también en tierras húmedas

(LADA, 2009; LADA-CUBA, 2010; Nachtergaele *et al.*, 2009), lo que es plausible ya que la DT no es exclusiva ni más importante en tierras secas (Bai *et al.*, 2008; Safriél, 2007). De hecho, *LADA* puede evolucionar para ampliar su aplicación a todas las regiones climáticas. Nos parece que la diferenciación de las tierras secas (*drylands*) tiene un sustento biofísico no discutible, sin embargo los procesos de degradación de la tierra no tienen fronteras bioclimáticas o de otro tipo, ya que dependen más de las actividades humanas que de las condiciones biofísicas, al menos en cuanto a su desencadenamiento o su aceleración.

La DT global ha sido evaluada mediante el enfoque *GLADA*, utilizando datos de CCT y de NPP como indicadores. El método y sus resultados han sido criticados pero tienen la ventaja de ser los más actualizados. La desertificación también ha sido evaluada al nivel macro-regional, por Helldén y Trottrup (2008). No obstante, existe la necesidad de diseñar e implementar un método de evaluación global de la DT que vaya más allá de la evaluación de los cambios en productividad primaria neta, y que vincule ésta con el manejo de la tierra.

Los métodos basados en percepción remota son de gran utilidad principalmente por la gran cantidad de datos que procesan así como por la relativa precisión en el cálculo de las superficies, la rapidez de su procesamiento y la versatilidad en la presentación de sus resultados. Son bastante adecuados para las evaluaciones del estado actual, riesgo y tendencias de la DT, a diferentes escalas. No obstante, se observa que por lo general no se consideran los aspectos socioeconómicos, aunque hay una tendencia a incorporarlos, al menos los de tipo general. En la mayoría de los casos los datos de PR corresponden a varios años anteriores antes de su interpretación, lo que se vuelve una limitante para presentar datos actuales de la DT. Además, los períodos correspondientes a las imágenes satelitales son relativamente cortos, por lo que algunos procesos de degradación, como la degradación del suelo y los cambios en la composición de la vegetación por deforestación selectiva o sobrepastoreo, pueden no ser percibidos adecuadamente. Presentan además otras limitaciones propias del tipo y calidad de datos de origen y de los procesamientos para su interpretación (Ji, 2008; Lantieri, 2003; Wessels *et al.*, 2008). Al respecto, Wessels *et al.* (2007, 2008) han evaluado la DT en diferentes regiones de Sudáfrica y han mostrado las debilidades del NDVI y de la RUE, poniendo en duda la validez de los

resultados de *GLADA*, particularmente cuando ésta concluye que “la mayor parte de la DT se desarrolla en tierras húmedas (Wessels., 2009).

Con respecto a los esquemas con enfoque *integral y participativo*, estos han sido desarrollados mediante diversos estudios de caso, integrando las dimensiones biofísicas, económicas, sociales y culturales dentro del contexto donde se utilizan. Su aplicación inicial es al nivel local, normalmente comunidades rurales o indígenas, y paulatinamente pueden ir evolucionando a su aplicación al nivel nacional. Los esquemas de *LADyOT* y de *LADA* local son los ejemplos más ilustrativos, y actualmente están bien desarrollados. Particularmente el esquema de *LADyOT* es muy robusto en los procedimientos para la identificación e integración de indicadores (Abraham *et al.*, 2006; Abraham y Torres, 2007).

El *Paradigma para el Desarrollo de las Zonas Secas* está sustentado en sólidos principios, pero no está lo suficientemente desarrollado y sus aplicaciones han sido limitadas. Asimismo, las *Evaluaciones Participativas* (Lestrelin *et al.*, 2007; Reed y Dougill, 2008; Roba y Oba, 2008; Stringer y Reed, 2007), muestran su principal fortaleza en la integración de los saberes y percepciones locales, lo cual puede ser una garantía para el involucramiento responsable de los actores locales. Una debilidad de los esquemas integrales y participativos es que requieren mucho más tiempo de trabajo en campo, así como de la participación de la gente local con sus implicaciones en tiempos y continuidad, por señalar algunas, y en algunas ocasiones esto supone problemas logísticos y de financiamiento.

Posteriormente, con base en la gran diversidad de métodos existentes se conformó el *Consortio Científico para el Desarrollo de las Tierras Secas (DSD)*. La misión ha sido la de dar soporte técnico a la UNCCD sobre “monitoreo y evaluación biofísica y socioeconómica de la desertificación y la DT, para sustentar la toma de decisiones en el manejo de tierra y agua” (DSD, 2009). Varios documentos fueron generados por el DSD, los cuales han reunido la mayor parte de la información en materia de conceptos, métodos de evaluación y monitoreo y mecanismos de difusión. A la fecha el DSD es uno de los esfuerzos de análisis más amplios y actuales sobre la conceptualización y análisis de la desertificación

Como se puede ver, algunos métodos son útiles para evaluar DT (*GLADA*) en su concepción amplia y otros han sido diseñados para evaluar la desertificación (*DDP*, *LADyOT*, *LADA*), aunque en la práctica pueden ser aplicados para evaluar la DT en cualquier condición climática. Algunos otros métodos fueron enfocados a evaluar la degradación del suelo (*GLASOD*, *ASSOD*), pero pueden expandirse a aproximaciones más integrales.

Otros esquemas se desarrollan con un enfoque productivista, esto es, el objetivo de la evaluación es contrastar el impacto de la degradación sobre la disminución de capacidad productiva de la tierra (*ASSOD*). Otros son de enfoque integral, al considerar, además de los cambios en la capacidad productiva de la tierra, otros impactos ambientales y sociales que son importantes para el bienestar de las sociedades humanas en una perspectiva de sustentabilidad (*LADA*, *MA*). Lamentablemente, algunos de ellos están desactualizados o han carecido de continuidad (*GLASOD*, *DDP*).

No obstante, y pese a la diversidad y en algunos casos incomparabilidad de métodos y resultados, el análisis sugiere una tendencia creciente de la DT en las distintas regiones del mundo. Aunque se señala que en algunas partes ha ocurrido el proceso de reversión de la DT (“reverdecimiento” o restauración), su proporción al nivel global y regional parece mucho menor que el incremento de la DT (Bai *et al.*, 2008; Bai y Dent, 2009; Cebecauer y Hofierka, 2008).

Otros esquemas han sido desarrollados con enfoque integral y participativo (*LADyOT* y *LADA*), los cuales muestran ser los más adecuados para su aplicación al nivel local, y son lo suficientemente flexibles y para ser aplicados a otras escalas. El carácter participativo es un aspecto crucial para el involucramiento real de los usuarios locales de la tierra. Los estudios integrales no necesariamente son participativos, tal como en el caso de los esquemas basados principalmente en percepción remota al nivel local.

Los métodos basados en percepción remota muestran diversas ventajas principalmente porque permiten realizar estudios con mayor rapidez y abarcar grandes extensiones, entre otras. Sin embargo, es necesario que éstos sean utilizados como herramientas dentro de un marco más integral donde se incluyan otras herramientas que aborden los aspectos socioeconómicos, culturales y políticos.

Un método idóneo sería aquél que permita hacer una evaluación integral y participativa, aplicable a las escalas global y local, y que incluya la percepción de expertos tanto técnicos como locales, que incluya datos cuantitativos y cualitativos, y pueda ser aplicado de manera versátil y adaptable en tierras secas y húmedas. Los esquemas *LADyOT* y *LADA* poseen esas características. Las virtudes que muestran los métodos de evaluación participativa de Reed y Dougill (2008) y los basados en sensores remotos pueden potenciar enormemente el desarrollo de las evaluaciones integrales participativas al nivel local y nacional.

La inclusión participativa de los usuarios locales es un aspecto sumamente importante para el éxito de las evaluaciones y programas de combate a la DT/Desertificación, ya que son ellos en última instancia los que interactúan con las causas y procesos de degradación y pueden aplicar las acciones de mitigación. Pero además, como enfatizan Abraham *et al.* (2006), es muy necesario el involucramiento de actores con capacidad de decisión política, que apoyen dichas acciones.

Conclusiones sobre los métodos de evaluación

En síntesis, de acuerdo a lo revisado en este apartado, existen diversos métodos que difieren en sus enfoques, técnicas utilizadas y escalas para evaluar la DT (ocurrencia real y riesgo a ocurrencia). Los métodos tienen ventajas y limitaciones por lo que la elección depende de los propósitos de la evaluación. No se puede concluir que un método sea mejor que otro de manera absoluta, más bien todos poseen virtudes que resultan complementarias. Todo depende de los objetivos y del contexto en que se implementan. Algunos autores (Foster, 2006; Kapalanga, 2008; Oldeman, 2002; van Lynden y Kuhlman, 2002) han llegado a esa misma conclusión. Recomiendan la adaptación de un enfoque que integre las ventajas de los métodos ya existentes para su aplicación al contexto y escala de evaluación en particular.

A manera de conclusión general de este apartado, se observa una amplia gama de esquemas de evaluación de las cuales se pueden adaptar las cualidades o atributos que cada una ofrece para su implementación en un contexto determinado. Para los objetivos de esta tesis, los métodos integrales y participativos tienen diversas ventajas en su aplicación principalmente al nivel local.

3.6. La perspectiva local en las evaluaciones de DT³⁶

Partiendo del supuesto de que para lograr un adecuado entendimiento y participación en medidas de prevención y mitigación de la DT se requiere de la integración de diversos actores, y que a nivel local es muy necesario conocer y considerar la percepción local sobre dicho fenómeno, son pertinentes algunas preguntas; ¿Tienen las percepciones y conocimientos tradicionales (CT) de las comunidades locales suficiente importancia para ser incluidas en evaluaciones de DT? ¿Las estrategias de las comunidades para combatir y adaptarse a la DT están en concordancia con las evaluaciones? Enseguida discutimos la información recabada de la literatura sobre estos temas. Enfocamos la discusión sobre cómo las comunidades locales perciben la DT y cuál es la importancia del CT, así como algunas reflexiones sobre la hibridación de conocimientos tradicionales y conocimiento científicos.

Percepción local de la DT

La percepción es el proceso por el cual una entidad descubre e interpreta la información del mundo externo mediante receptores sensoriales. En relación con la importancia de la DT, existen dos perspectivas de percepciones; la local (básicamente agricultores) y el externo (principalmente funcionarios y técnicos). La percepción de la DT variará en función de ambas perspectivas, en qué papel juegan de manera individual, y como ellos interactúan en el campo. La percepción de la DT en parte controlará la conciencia, objetivos e instrumentos metodológicos a ser aplicados en la investigación o acciones prácticas.

El conocimiento local (CL) se refiere a cualquier conocimiento, no necesariamente tradicional, derivado de y usado en un área específica. Expresamente, el CL sobre recursos de la tierra ha mostrado ser robusto, en particular en comunidades donde persisten prácticas y sabiduría tradicionales. El contacto entre la gente y su entorno por muchas generaciones ha proveído a los usuarios de tierra locales de un conocimiento

³⁶ Parte de este capítulo ha sido publicado en: Pulido y Bocco (2014). Local Perception of Land Degradation in Developing Countries: A Simplified Analytical Framework of Driving Forces, Processes, Indicators and Coping Strategies. *Living Rev. Landscape Res.* 8 (2014), 4. doi: 10.12942/lrlr-2014-4. url: <http://dx.doi.org/10.12942/lrlr-2014-4> (Acceso 08-Dic-2018).

profundo sobre sus recursos, que se conoce como conocimiento tradicional (CT). De aquí se deriva que el CL no necesariamente es CT. En muchos casos, sin embargo, el CL y el CT han sido usados como conceptos análogos (entre otros, Barrios *et al.*, 2009; WinklerPrins, 1999). El conocimiento indígena (CI), a su vez, se refiere a CT producido por pueblos indígenas o nativos. En esta revisión, los CT y los CI serán considerados como análogos, porque ambos están vinculados al contexto cultural, y preferimos adoptar el primero ya que él puede ser más flexible.

En una perspectiva amplia, en la literatura científica los CTs son referidos como *etnociencias*³⁷ o etno-conocimientos. Se ha considerado que las etnociencias son una forma que contribuye a la integración de los CT con los conocimientos científicos (CC) (Rist y Dahdouh-Guebas, 2006). En muchos estudios de caso se ha encontrado una alta correspondencia entre los CT y los CC, reconociendo, desde luego, las diferencias entre los dos tipos de conocimientos. Ejemplos principales para el CT, en relación al manejo de la tierra, son el conocimiento de suelo (Barrera-Bassols *et al.*, 2006; Gray y Morant, 2003; Macharia y Ng'ang'a, 2004; Ryder, 2003; WinklerPrins, 1999), la aptitud de uso de la tierra y la zonificación agro-ecológica (Cervantes-Gutiérrez *et al.*, 2005; Ericksen y Ardón, 2003; Zurayk *et al.*, 2001), el conocimiento físico geográfico (Barrera-Bassols *et al.*, 2006; Duvall, 2008), sensibilidad a la DT y empleo potencial de agroecosistemas (Oba y Kaitira, 2006), las unidades locales de paisaje (Jungerius, 1998; Roba y Oba, 2009a); los factores causativos e indicadores de degradación (Moges y Holden, 2007; Roxo, 2002), la calidad del suelo, y la heterogeneidad espacial y variabilidad temporal (Mairura *et al.*, 2007; Oberthur *et al.*, 2004; Pulido y Bocco, 2003; Trung *et al.*, 2008), y una amplia base de conocimientos sobre la dinámica de la erosión del suelo (Bocco, 1991; Okoba and Sterk, 2006; Sandor *et al.*, 2007; Warren *et al.*, 2003).

El CT ha probado ser útil para comunidades tradicionales en todo el mundo, en particular para la comprensión de la base conceptual de la interacción socio-ambiental y de la fuente

³⁷ Es conveniente señalar que existen diversas formas de entender el término Etnociencia. Por un lado, como “El estudio de los sistemas de conocimiento y clasificación de objetos materiales y conceptos usados por los grupos humanos primitivos y no occidentales” (Random House Unabridged Dictionary, 1997; <http://dictionary.infoplease.com/ethnoscience>, Acceso 08-Dic-2018)). Por otra como: “el estudio de las diferentes formas en que el mundo es percibido y categorizado en las diferentes culturas” (ver url: <http://oxforddictionaries.com/definition/ethnoscience>, Acceso 08-Dic-2018) y como “los cuerpos de conocimiento establecidos como sistemas de explicaciones y como maneras de hacer, que han sido acumulados a través de las generaciones en ambientes naturales y culturales distintos” (D’Ambrosio, 1999). En este trabajo se adopta ésta última acepción.

de alimentos y plantas medicinales. El CT también ha sido extensamente usado en el análisis de la DT, en particular en evaluaciones de campo y en el desarrollo de estrategias para su combate al nivel local. Enseguida se discuten las características y la contribución tanto del conocimiento como de la percepción sobre la LD. Se enfoca en la pertinencia de incluir los CT en evaluaciones de DT.

En relación con el tema de manejo de recursos naturales en general, y en el análisis de la DT en particular, los CT conciben el concepto de tierra que es más amplio que el de suelo. Como ya se ha mencionado, la tierra es una noción más compleja e integrada, como se refleja en sistemas locales de clasificación de tierras, p. ej. Ortiz-Solorio y Gutiérrez-Castorena (2006) para el Centro de México, y Oberthur *et al.* (2004) entre agricultores en Cauca, Colombia. Además, los CT han estado estrechamente relacionados con el contexto cultural de las comunidades involucradas. En particular, los nombres locales en lenguas indígenas reflejan este hecho. Otro ejemplo lo han mostrado Millar y Dittoh (2004), quienes exploraron los CT y destacaron la existencia de una percepción integrada del mundo, conceptualizado como una cosmovisión, en comunidades de Ghana y Zimbabwe.

Indicadores locales de la DT

Aunado a lo arriba expuesto, los indicadores de la DT generados desde la percepción y conocimiento locales, con frecuencia son más complejos e integrados.

En el **Cuadro 3.4** se presenta un resumen de los indicadores más frecuentes, reportados en la literatura científica, relacionados con la percepción de las comunidades locales sobre la DT. En este cuadro se puede apreciar que desde la percepción local son tres los indicadores más frecuentes: (1) la disminución de los rendimientos de cultivos agrícolas, (2) la erosión del suelo (en cárcavas y en canalillos), y (3) los cambios en la condición de pastizales para la producción de ganado. El primero implica una pérdida de la capacidad productiva de las tierras como una síntesis de los procesos de degradación. El segundo implica la pérdida de la capa superficial del suelo, que es normalmente la más fértil, donde los cultivos y pastos comunes se alimentan y crecen. El tercero está relacionado a la respuesta de los pastos a la condición de degradación de la tierra. Todos implican impactos negativos en la producción de cosechas y de pastos, los cuales son de interés principal para agricultores y productores de ganado. Otros

Cuadro 3.4. Indicadores biofísicos frecuentes utilizados por comunidades locales para evaluar la degradación de tierra/suelo, reportada en la literatura científica

Indicadores	Referencias	Comentarios
Disminución de rendimientos de cultivos	(1), (4), (5), (6), (7), (9), (10), (11), (18), (21)	Es referida como una tendencia de los años anteriores. Es un indicador integrado derivado de muchos procesos de degradación, particularmente de la erosión del suelo y de la pérdida de materia orgánica, y de la declinación de la fertilidad del suelo.
Erosión en cárcavas y canalillos	(1), (4), (7), (9), (10), (11), (12), (18), (21)	Ver también en Tierras no productivas o “infértiles”. Frecuentemente, la presencia de cárcavas es un síntoma de erosión del pasado. En (4) y (21) la erosión almiar es una forma prevaleciente. Esta también es clasificada de acuerdo al impacto en laderas.
Cambios en la condición de pastizales para ganado	(3), (6), (7), (13), (14), (16), (19)	También referido como: (3) disminución de la cobertura herbácea; (6) cambio en especies vegetales; (7) desaparición de pastos; (13) declinación de abundancia de plantas; (14 y 16) declinación en especies forrajeras clave; (14) la condición varía de acuerdo a la perspectiva espacial y temporal, y también por diferentes especies de ganado; (16) cobertura de pastos disminuida y desaparición de algunas especies de plantas útiles; (19) cobertura de pastos disminuida.
Presencia de especies particulares de arvenses (“malezas”)	(1), (7), (10), (17), (18), (19)	También referida como: (7) emergencia de “malezas” y especies no palatables; (10) plantas indicadores; (17) invasión previa por pastos y “malezas” desconocidas que no son de valor económico; (18) infestación de “malezas”; (19) incremento en la abundancia de pastos no palatables para el ganado.
Tierras no productivas o “infértiles”	(2), (3), (9), (17), (19), (20)	También se conoce como (3) reducción de la cubierta herbácea; (9) tierras improductivas (<i>badlands</i>); (17) aumento de las tierras desnudas; (19) disminución de la cobertura vegetal / aumento de suelo desnudo; (20) presencia de suelo desnudo.
Presencia de piedras	(1), (9), (11), (12)	También se conoce como (9) exposición de rocas y la profundidad del suelo; (11) suelo se vuelve de textura gruesa y se pedregoso; (12) hay afloramientos rocosos, además de la presencia de piedras.
Menos árboles e incremento de la distancia y tiempo para coleccionar leña	(2), (3), (9), (17)	En (2) también se menciona el uso de los árboles que tradicionalmente no son para leña y el uso de vehículos. En (9) se relaciona con la deforestación y la tala selectiva de vegetación leñosa de buena calidad cerca de los asentamientos humanos. En (17) desaparición de la vegetación leñosa.
Disminución de la fertilidad del suelo	(4), (5), (11), (21)	En (4) se muestra una relación con la erosión del suelo, pero es una consecuencia principal del cultivo continuo de la tierra con el uso insuficiente o insuficiente de enmiendas del suelo. En (11) esta es evaluada desde el rendimiento de los cultivos y el desarrollo/desempeño de los cultivos.

Color del suelo superficial	(1), (10), (18), (21)	El color pálido o rojo significa degradación, mientras que el color oscuro significa que el suelo no se degrada. En (18) significa cambio de color del suelo.
Exposición de raíces	(7), (9), (12)	En (9) que se refiere como exposición de raíces de los árboles. En (12) se relaciona con erosión laminar, pendientes empinadas y suelo suelto.
Cambios en los parámetros de productividad del ganado	(3), (14), (16)	También referidos como: (14) desempeño de la productividad ganadera; (16) disminución de la productividad del ganado.
Disminución de la capacidad de absorción de agua	(7), (10)	Aumento de la escorrentía. También se refiere como (10) baja retención de humedad; (12) rompimiento de estructura para CSA.
Degradación de la estructura del suelo	(10), (12)	Cambia de grumosa/granular a polvo ligeramente fino. En (12) que se refiere como suelos sueltos.
Cambios en el color de las hojas de cultivos	(7), (11)	En (11) es referido como amarillamiento de cultivos.
Achaparramiento de cultivos	(7), (10)	En (10) esto se refiere a cultivos/vegetación menos vigorosos. En (11) se le refiere como pobre rendimiento de los cultivos.
Invasión de arbustos	(2), (8)	En (8) se señaló también que la percepción de la invasión de arbustos como indicador de DT depende de las especies de ganado.
Denudación de tierra, erosión eólica, y formación de dunas	(3), (14)	En (14) las dunas de arena formadas por la erosión eólica son referidas como las “tierras muertas”, una etapa extrema de la DT.

Fuentes: Referencias: (1).- Lestrelin *et al.* (2006); (2).- Khwarae (2006); (3).- Dembele (2006); (4).- Chizana *et al.* (2007); (5).- Clement (2006); (6).- Dembélé (2006); (7).- Dejene *et al.* (1997); (8).- Katjiua y Ward (2007); (9).- Kessler y Stroosnijder (2006); (10).- Malley *et al.* (2006); (11).- Moges y Holden (2007); (12).- Okoba y Sterk (2006); (13).- Ward *et al.* (2000); (14).- Roba y Oba (2009b); (15).- Paniagua *et al.* (1999); (16).- Oba y Kaitira (2006); (17).- Macharia (2004); (18).- Gray y Morant (2003); (19).- Reed *et al.*, 2008; (20).- Solomon *et al.*, (2007); (21) Pulido y Bocco (2003).

indicadores con frecuencia mencionados incluyen la invasión de arvenses (erróneamente llamadas “malezas”), después de un cambio de condiciones de suelo por sobrepastoreo o manejo inadecuado de la tierra. Otros más reflejan la disminución de la fertilidad de suelo y pueden ser mostrados con cambios del color del suelo y la presencia de tierras estériles o infértiles. En praderas, los cambios en la producción de pastos provocan a su vez cambios en la productividad de ganado. Asimismo, la exposición de raíces de plantas y afloramiento de piedras son una consecuencia de la pérdida de suelo por erosión. Un siguiente grupo de indicadores está relacionado con la degradación física del suelo (la estructura) y su impacto sobre su capacidad de almacenamiento de agua. Estos procesos

afectan los cultivos y limitan el crecimiento de plantas y su nutrición. Otros indicadores reflejan cambios en la vegetación arbustiva o arbórea, a veces implicando que los habitantes del lugar tengan que recolectar leña de sitios más lejanos. Los indicadores menos frecuentes en este grupo denotan la presencia de tierras denudadas y la formación de dunas, ambos relacionados con la erosión eólica.

Muchos otros indicadores son mencionados con aún menor frecuencia y son básicamente dependientes de sitio. Ellos incluyen presencia de suelos rojizos, bajos o carentes del suelo oscuro superficial, suelo seco, laterita en el suelo, erosión laminar, sedimentación rápida, canalillos dentro de parcelas, turbiedad en corrientes, y la deposición de arena, la incidencia de enfermedades en cultivos, aspecto de los montículos de termita, baja precipitación, disminución del nivel del agua, cobertura vegetal anómala, la disminución de animales silvestres, pedestales de erosión hídrica, acumulación de suelo en barreras, secamiento de vegetación, y pobre emergencia de plántulas.

Los indicadores locales, cuando son acoplados a los indicadores técnicos, pueden ser significativos en el desarrollo y utilidad de las evaluaciones de la DT, en particular cuando éstas se basan en un **enfoque integrado y participativo**. Estas evaluaciones son, por lo general, más rápidas y más prácticas en relación a cuando son solamente de carácter técnico. Al respecto, cabe indicar que existen algunos manuales técnicos para evaluar la DT al nivel de campo. Stocking y Murnagham (2000) usan indicadores no-técnicos para la evaluación y monitoreo de severidad de la DT y su impacto sobre el desempeño de cultivos, con énfasis en la agricultura de temporal. El proyecto LADA produjo un manual para la evaluación visual de degradación del suelo (LADA-L, 2009). Estos manuales pueden ser muy útiles en evaluaciones cualitativas de la DT y posibilitan la obtención económica de datos confiables para objetivos prácticos.

En resumen, los indicadores de DT en el nivel local están basados en la percepción sensorial y son intrínsecamente prácticos, y pueden ser muy útiles, e incluso necesarios, en evaluaciones de la DT, sobre todo al nivel local. Muchos estudios se enfocan a la degradación del suelo, principalmente sobre procesos de erosión. Los indicadores de pérdida de diversidad biológica y variables forestales relacionadas con las tierras forestales son relativamente menos mencionados en publicaciones.

Algunas diferencias entre los conocimientos locales y científicos

Las percepciones sobre los recursos de la tierra y procesos de DT son diferentes para actores locales y para actores externos. En primera instancia, las comunidades locales adquieren los conocimientos a través de observaciones directas durante períodos largos de tiempo, mientras que los científicos adquieren datos durante un período específico de tiempo a través de medios directos e indirectos, empleando el método científico. En este sentido, los métodos para evaluar la DT también son diferentes, dependiendo de los insumos que se utilicen para el análisis, como se ha señalado en la sección de métodos de evaluación de la DT. En el caso de las comunidades locales tradicionales, estas utilizan diversos indicadores, basados en percepciones organolépticas y sobre observaciones de mediano y largo plazo, y no necesitan ningún instrumento adicional, más que sus sentidos. De este modo, los indicadores son simples y dentro de la perspectiva utilitaria al nivel local. Por otro lado, en la perspectiva técnica/científica la generación de indicadores de DT requiere de mediciones cuantitativas, y cualitativas, y no necesariamente tienen un significado práctico para los usuarios locales del recurso tierra.

Otro aspecto clave entre las diferencias entre el conocimiento local y técnico está relacionado a sus objetivos. Para las comunidades locales la interacción con la tierra representa un asunto de sobrevivencia, ya que ella representa la base biofísica sobre la que desarrollan sus actividades productivas, por lo que los procesos de DT desafían la base misma de su vida diaria, en tanto que para los científicos la DT puede representar un tema de interés profesional o una tarea de tipo técnico, por ejemplo para formular nuevos marcos o modelos y entender cómo ocurre la DT en diferentes escalas (Oba y Kotile, 2001; Roba y Oba, 2009b). En este sentido, dado que ambas perspectivas son necesarias, estas debieran ser incluidas de manera armonizada en evaluaciones locales y programas oficiales para combatir la DT.

Integración de conocimiento local y científico – Potencial y limitaciones

La combinación potencial de los conocimientos científicos (CC) y tradicionales (CT) puede ser usada en beneficio de una comprensión integrada del fenómeno de la DT. Hay bastantes evidencias reportadas de las ventajas que ofrece esta combinación, por ejemplo en; la construcción de un lenguaje común; la posibilidad de alcanzar acuerdos generales

entre los actores locales sobre soluciones prácticas para el manejo de recursos; la integración de factores causales, entre otras (Gray y Morant, 2003; Styger *et al.*, 2007; Zurayk *et al.*, 2001). El mejoramiento de la comunicación entre agricultores y actores externos, básicamente científicos y tomadores de decisiones, es un aspecto clave para fomentar la adopción de medidas de conservación de la tierra (Desbiez *et al.*, 2004; Fry, 1998; Seely y Wöhl, 2004). Enseguida se comentan algunos argumentos que se han dado sobre las limitaciones y potencialidades.

Por un lado, se han reportado casos en que los indicadores locales no han resultado lo suficientemente exactos o confiables, como lo mostraron Reed *et al.* (2008) en su trabajo en el Kalahari (Botswana), y por lo cual sugirieron enfáticamente una combinación de enfoques participativos y ecológicos para derivar indicadores de degradación de praderas más exactos y sólidos. Lestrelin *et al.* (2006) encontraron que la percepción de los agricultores y el CC relacionado con la erosión no estaban en concordancia; ellos recomendaron no usar el CL indiscriminadamente. Wohling (2009), refiriéndose al CL de grupos indígenas del norte de Australia, cuestionó el uso indiscriminado del CL y argumentó que este conocimiento no está adaptado a las condiciones actuales de degradación de los recursos naturales causados por las sociedades contemporáneas. En este sentido, planteó que un empleo complementario de tipos de conocimiento parecía satisfacer las exigencias para evaluaciones más confiables y realistas de la DT. En otro estudio se indicó que los cambios en el CL eran demasiado lentos como para hacer frente a una agricultura moderna cambiante, la cual se ve sujeta a factores externos como las relaciones de mercado y el cambio climático (Oberthur *et al.*, 2004). Asimismo, otros autores han considerado que debido a que el CT se adquiere de manera empírica, este normalmente está acotado a los espacios geográficos de las comunidades rurales donde se desarrolla (Nuffic y UNESCO/MOST, 2001; Wohling, 2009), y al mismo tiempo puede no ser homogéneo entre usuarios locales de la tierra (Blaikie *et al.*, 1997; FAO, 2004).

Por otra parte, otros autores consideran que el CC es efectivo en evaluaciones y estrategias de combate a la DT, solo si se considera el contexto local. Por ejemplo, Adedipe *et al.* (2004) encontraron que entre agricultores de bajos recursos de Nigeria aún se utilizaban prácticas agrícolas tradicionales a pesar de la introducción de tecnologías modernas, y plantearon que estas nuevas tecnologías podrían ser acertadas sólo considerando los

sistemas sociales, culturales y ecológicos. Además, los mismos autores consideraron que bajo un escenario demográfico creciente, es necesario revalorar el CL a través de una estrategia sistemática de hibridación de conocimientos. A falta de esto, la importancia y la utilidad del CL pueden no ser convertidas en acciones (Briggs, 2005).

En este contexto, muchas evaluaciones han incorporado ambos tipos de conocimiento, en una especie de “hibridación”, con frecuencia usando técnicas de diagnóstico participativas (Barrios *et al.*, 2006; Ericksen y Ardón, 2003; Lestrelin *et al.*, 2006; Paniagua *et al.*, 1999; Reed *et al.*, 2007; Ryder, 2003; Stringer y Reed, 2007; Warren *et al.*, 2003). Barrios *et al.* (2006) encontraron que comunidades locales, en diversos países de Sudamérica y África, se fortalecieron (empoderaron) por el empleo de conocimiento "híbrido", y lograron consensos sobre la adopción de prácticas mejoradas de manejo de la tierra para prevenir la degradación del suelo. Reed *et al.* (2007), reportaron que su investigación en praderas comunales del Kalahari (Botswana), indujo un proceso de aprendizaje social que combinó conocimiento locales y científicos en la formulación de alternativas de manejo para disminuir o adaptarse a procesos de DT. Roba y Oba (2009a), realizaron un estudio sobre degradación de praderas en el norte de Kenia, y recomendaron combinar indicadores locales de eficiencia en la producción de ganado con indicadores de ecología vegetal para mejorar el monitoreo de praderas, y que ello fuera incluido en los lineamientos y acciones de la UNCCD.

A manera de síntesis, podemos decir que, a fin de hacer un empleo adecuado del CT, se debe tomar en cuenta que existen diversos aspectos del CT a considerar cuando se utilice esta potencial combinación de conocimientos, especialmente como base para proyectos de manejo integrado de recursos naturales y en el control efectivo de la DT.

3.7. La lucha contra la DT al nivel local en países en desarrollo

Al nivel local, los usuarios de los recursos se ven obligados a utilizar algunas estrategias de adaptación a la DT. En el caso de los países en vías de desarrollo, gran parte de esos usuarios, que enfrentan la DT, viven en el medio rural, donde las actividades prioritarias están relacionadas con la agricultura, la cría de animales y la silvicultura. A continuación se analizan las estrategias de lucha y adaptación más comunes entre los agricultores de

esos países, así como los alcances de esas estrategias, y además, cuáles son los obstáculos que pueden estar impidiendo una adopción más amplia de medidas de mitigación/restauración, en particular en países en vías de desarrollo.

Estrategias de los agricultores para enfrentar la DT

Como una primera estrategia de adaptación a los efectos de la DT, los pequeños agricultores diversifican sus actividades agrícolas y no agrícolas para generar el sustento diario, a veces ampliando los tipos de cultivos, lo cual implica una intensificación del uso de tierra y la reducción del período en barbecho (Lestrelin y Giordano, 2006). La diversificación de actividades al nivel de unidad familiar puede depender de características socioeconómicas como la escolaridad, la edad y el número de miembros de familia (Leutwetse, 2006), y representa una estrategia clave para la supervivencia ya que reduce riesgos en la agricultura, sobre todo en la de temporal (Winslow *et al.*, 2004). En algunos casos, se ha planteado que la mejor opción para reducir la presión sobre la tierra puede ser la disminución de la tasa de natalidad humana (Sankhayan *et al.*, 2003), un tema muy polémico. En el caso de productores pecuarios, algunos usan la movilidad de animales (trashumancia o nomadismo), la venta de animales y el almacenamiento de forrajes, como estrategias de adaptación (Dembele, 2006; Dembélé, 2006). Dietz *et al.* (2005) realizaron una investigación sobre la comercialización de ganado en Mongolia y encontraron que los pastores no tenían suficientes animales para sostenerse ellos mismos del modo tradicional, y que fueron forzados a combinar el pastoreo de ganado de subsistencia con una variedad de otras actividades.

Okoba y Sterk (2006), en las tierras altas kenianas, identificaron tres opciones que los agricultores podrían seguir para adaptarse o evitar la degradación de suelo, según la severidad del proceso: (1) permitir la restauración de nutrientes, ya sea por sistemas naturales o por barbecho mejorado; (2) cambiar a tipos de cultivo que pudieran adaptarse a las nuevas condiciones del suelo, y; 3) vender suelo como material de construcción cuando los suelos fuesen empobrecidos.

En la lucha contra la DT, o para revertir los procesos de degradación, también se han utilizado diversas prácticas agroecológicas o conservacionistas, entre otras: reforestación y prácticas mecánicas para fijar dunas (Dembele, 2006); construcción de terrazas de

mampostería para reducir el escurrimiento y erosión y conservar la humedad del suelo (crucial en áreas de baja precipitación) (Hammad y Borrasen, 2006), y; prácticas agroforestales, incluyendo el uso del barbecho³⁸ (Malley *et al.*, 2006) para restaurar tierras degradadas. Estas técnicas han probado ser eficientes y debieran ser promovidas por las instituciones públicas (Neupane y Thapa, 2001; Pattanayak y Mercer, 2002).

En el Altiplano peruano, Swinton y Quiroz (2003) identificaron mecanismos de adaptación a la DT utilizadas por agricultores, tales como períodos en barbecho para contrarrestar el agotamiento de nutrientes del suelo y la erosión, y el uso de pastoreo rotativo y hatos de tamaño reducido para disminuir el sobrepastoreo.

Gaur y Gaur (2004), ilustraron el uso sostenible de recursos biológicos en comunidades del desierto de Thar, en India occidental, donde los habitantes del lugar conservan muchas prácticas tradicionales para enfrentar la desertificación, incluyendo barreras vivas, sistemas de barbecho y *mulching* para evitar la erosión eólica e incrementar los rendimientos de cultivos, así como la cosecha de agua para múltiples propósitos. Sin embargo, actualmente las generaciones nuevas tienen una percepción distinta sobre las prácticas tradicionales. Los jóvenes están en peligro de perder el contacto con su herencia cultural expresada en conocimientos, ya que consideran que son inferiores al conocimiento que ellos han adquirido a través de la educación formal. El estudio resalta que el mayor riesgo puede no ser la desertificación, sino más bien la **pérdida del conocimiento tradicional** que ha sido la base para el manejo sostenible de recursos naturales a lo largo de los siglos.

En resumen, los actores locales usan varias estrategias para enfrentar la DT, pero la adopción de tales estrategias depende de sus características socioeconómicas y culturales. Estos son algunos ejemplos de una amplia gama de mecanismos de adaptación y optimización que los agricultores u otros manejadores de recursos naturales pueden aplicar. Sin embargo, la adopción de prácticas de conservación es en gran parte sitio-específica (Eswaran *et al.*, 2001; Lapar y Pandey, 1999). En muchas situaciones, los

³⁸ Aquí se adopta el significado de barbecho como – “descanso de la tierra con crecimiento de vegetación secundaria o sucesional”, como se emplea en muchos países de habla hispana, mientras que en la mayor parte en México, incluyendo la Región Purépecha, se entiende como la primera aradura de la tierra en la preparación de cultivos.

actores locales tienen buen conocimiento sobre factores causativos y alternativas para revertir la degradación; sin embargo, hacen poco al respecto porque priorizan la seguridad de alimentos (esto es, supervivencia) (Moges y Holden, 2007; Ryder, 2003), a menos que las circunstancias permitan una articulación entre seguridad alimentaria y conservación.

Alcances de las estrategias de mitigación y combate a la DT

En relación con las acciones de combate a la DT, por una parte están los usuarios de los recursos al nivel local, y por otro los agentes externos y las políticas públicas. En muchos casos se ha observado que los usuarios locales no adoptan las prácticas de conservación/restauración de la tierra, o lo hacen reducidamente. A continuación se analizan algunos estudios de caso sobre este aspecto y se enfatiza en las posibles causas de esa baja adopción.

Beshah (2003) y Bekele y Drake (2003), ambos estudios en Etiopía, estudiaron el comportamiento de los agricultores en relación con la conservación del suelo y agua (CSA) en paisajes montañosos, y encontraron que la no adopción de obras de CSA dependió de factores sociales, económicos, institucionales y técnicos. La adopción a nivel de parcela fue positivamente relacionada con aspectos como: acceso a la información, programas para inversión inicial, pendiente y área de la parcela. Otro estudio similar, aplicado a países en desarrollo (Tanzania, Etiopía, Bolivia, Perú y Mali), concluyó que las variables que influenciaron la adopción fueron muy contexto-específicas, y que no era posible la generalización. No obstante, un factor común e importante para la continuidad en la adopción de medidas de CSA fue la rentabilidad de estas para el hogar. Si las personas tenían alguna expectativa de ganancia, por ejemplo en incremento de producción, reducción de mano obra, o mayores ingresos extra parcela, ellos mostraron mayor motivación para adoptar dichas medidas (de Graaff *et al.*, 2008: 279).

En otro estudio, realizado en el norte de China, Chen y Tang (2005: 374) concluyeron que la desertificación por causas humanas (principalmente por mal manejo de las tierras) fue igual de importante que las derivadas de fenómenos naturales (principalmente por sequías). Encontraron que los esfuerzos por controlar la desertificación dieron resultados poco efectivos, y allí en donde se ha fallado, la desertificación siempre empeoró. Indicaron que los programas de control de la desertificación han fallado

fundamentalmente porque ha habido escasa inclusión de científicos en la toma de decisiones, se ha subvalorado la dimensión humana y no se ha tenido un sistema organizado de monitoreo.

Por otra parte, las **políticas públicas** para el manejo de los recursos naturales pueden ser muy útiles en el diagnóstico y combate a la DT, pero en ciertos casos pueden jugar un papel contrario, promoviendo o empeorando la DT a través de tecnologías no adecuadas, o mediante estrategias erróneas, por ejemplo **cuando los subsidios crean dependencia**, como lo demuestra ampliamente el análisis de Gebremedhin (2004), quien hizo un resumen de muchas experiencias de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales (NGO's) en los países del Este de África. Ahí, donde se han utilizado incentivos directos e indirectos en los programas de combate a la DT, fundamentalmente con un enfoque “top-down”, y enfocando sobre las causas directas y no sobre las causas indirectas o subyacentes. Como consecuencia, en la mayoría de los casos las acciones tuvieron éxito limitado y la adopción de las prácticas de conservación permaneció baja. El autor recomendó utilizar incentivos directos e indirectos combinados con la participación real de los beneficiarios, e incluir el aspecto de la seguridad en la tenencia de la tierra así como beneficios de corto plazo. En otro ejemplo, Macharia (2004:143), en una investigación de una comunidad Masai de Kenia, indicó que “muchas de las iniciativas de conservación fracasaron por falta de incentivos apropiados que ofrezcan recompensas inmediatas, a corto o mediano plazo, para los usuarios de los recursos. Las comunidades locales están más dispuestas a conservar si saben que tendrán un beneficio por ello”.

En otros casos, las **políticas públicas mal aplicadas** han contribuido al deterioro de las reglas locales, como lo ejemplifican Clement y Amezaga (2008) quienes analizaron las políticas de reforestación y el cambio de uso del suelo (LUC) en el norte de Vietnam. En otros casos las políticas públicas han desalentado las prácticas de CSA en tierras forestales en una comunidad indígena de Zimbabue (Maponga y Muzirambi, 2007), o incluso han propiciado el uso de prácticas no adecuadas como lo mostraron Lorent *et al.* (2008) en un estudio sobre la relación de la DT y las condiciones económicas de los hogares agrícolas en el norte de Grecia. Parte de los fracasos se ha atribuido a la **falta de inclusión del conocimiento local** en las estrategias de los programas.

Un aspecto que debe ser considerado, y tal vez como un requisito para asegurar el éxito en cualquier programa de acción para combatir la DT, es la inclusión de los objetivos y necesidades de los usuarios locales. Como indicó Dregne (1999), “el combate a la desertificación en el campo es, en última instancia, un esfuerzo local. Sólo la gente local está en la posición de saber qué puede hacerse, que sea social y económicamente aceptable para ellos, y lo que continuará después de finalizar el proyecto inicial. La mayoría de la gente está más interesada en **beneficios de corto plazo** que en conservar la tierra para el futuro”. Por último, y desde un punto de vista optimista, siguiendo a Douglas (2006) “los proyectos no exitosos tienen mucho que enseñar acerca de las políticas y acciones que pudieran ser exitosas con los actores involucrados”.

3.8. Discusión y conclusiones del marco teórico y conceptual

La DT es un fenómeno complejo, con implicaciones globales y locales, e involucra aspectos biofísicos y socio-económicos, así como culturales y políticos. Tiene que ver con las actividades productivas y sus efectos sobre el ambiente, con la toma de decisiones sobre el manejo de la tierra, y con las acciones para mitigar o revertir los efectos negativos. La DT parece que sigue en aumento y pone en riesgo la estabilidad y vida en el planeta, y es que es inadmisibles que continúe de esta manera. Al ritmo que está aumentando la población, y sobre todo a los estilos de vida que se han adoptado en las últimas décadas (Graham y White, 2016; UN, 2017), los cuales demandan crecientes cantidades de energía, agua, alimentos y espacios, y además producen grandes cantidades de desechos, se prevén posibles crisis por escasez de agua y alimentos, y territorios. Por lo anterior, es cada vez más urgente que se tomen acciones para detener y revertir los procesos de la DT, mediante metodologías y enfoques que garanticen la participación de los poseedores o usuarios de la tierra, tanto del medio rural como de las crecientes urbes. Es la única manera en que se pueden lograr éxitos en la aplicación de medidas de mitigación y combate a este fenómeno.

En el contexto de la evaluación de la DT, existen diversos conceptos y definiciones, que en algunos casos se utilizan de manera indistinta: tierra, degradación, desertificación, calidad de la tierra, calidad del suelo, y salud del suelo, son conceptos que deben ser bien definidos y comprendidos. El concepto de tierra es integrado por esencia, y la DT es un

fenómeno que afecta su funcionalidad desde una perspectiva del uso sostenido. Por ello, no solo es importante la definición de ese fenómeno sino también sus contenidos.

Con relación a los enfoques y perspectivas de evaluación de la DT, éstos dependen del “para qué” se realizan las evaluaciones. Pueden ser con enfoque reduccionista o integrado, o con enfoque de arriba hacia abajo, o de abajo hacia arriba. La perspectiva puede ser productivista o conservacionista, dependiendo del objetivo principal de la evaluación, o puede ser técnico/científica o híbrido/participativa, dependiendo del tipo de información y herramientas, así como del nivel de inclusión de los distintos actores involucrados en la DT. Al nivel local y regional, el enfoque más apropiado parece ser el **integral participativo**, el cual ha mostrado capacidad para poder comprender las causas subyacentes o indirectas, que en muchos casos son las que determinan la DT, así como para facilitar el consenso de objetivos y medidas de mitigación al nivel local.

Otro aspecto importante es lo relacionado con las causas que motivan y producen la DT. El carácter multifactorial y contextual de la DT ha sido reconocido en diversas publicaciones (Blaikie y Brookfield, 1987; Warren, 2002), y en recientes se sigue confirmando ese carácter (Agyemang, 2012; Kissinger et al., 2012; Omuto et al., 2014; Yan y Cai, 2015; Vu et al., 2014). La DT no puede ser adjudicada a una sola causa, ya que normalmente actúan varias de ellas en un mismo caso. Los factores causales se deben diferenciar en: **procesos** de la DT (ej., erosión, agotamiento de nutrientes), **causas directas** (ej. sobrepastoreo, cultivo en laderas), y las **causas indirectas** o **subyacentes** (ej. pobreza, políticas no adecuadas). Las causas indirectas, que tienen que ver más con aspectos socioeconómicos, culturales y políticos, normalmente son decisivas en la DT. No obstante, el mal manejo de la tierra es la causa genérica que conduce a la DT, y esta se manifiesta a través de procesos, por lo que las evaluaciones de la DT debieran ser enfocadas a **conocer las causas y los procesos**, y no solamente éstos últimos que son los síntomas de un fenómeno complejo.

Con relación a la magnitud y tendencias de la DT, hay estudios al nivel global que muestran que esta ha aumentado en las últimas décadas. Los escenarios no son nada halagadores ya que pronostican que la DT continuará aumentando. Más aún, la DT no es exclusiva de las tierras secas o zonas áridas, e incluso hay evidencias de que es más amplia en zonas húmedas (Bai *et al.*, 2008), por lo tanto se requiere evaluar y combatir la DT en

un contexto geográfico y climático amplio, incluyendo tierras secas y tierras húmedas. De este modo, la desertificación es solo una parte del problema de la DT global. Hace una década, la tendencia al nivel internacional fue dar mayor atención a la desertificación, lo cual en su momento fue cuestionado (Safriel, 2007) y algunos programas internacionales ampliaron sus estrategias para incluir a otras regiones en sus áreas de influencia, además de las zonas áridas (DSD-WG1, 2009; LADA, 2009).

Por otro lado, gran parte de los esfuerzos que diversas instituciones y organismos oficiales, al nivel internacional y nacional, han emprendido para contrarrestar o prevenir los efectos de la DT, han fracasado o han tenido poco éxito, entre otras razones porque sus métodos o enfoques no son los más adecuados. En dichos esfuerzos normalmente se ha abordado la DT desde un enfoque reduccionista, tratando de resolver los efectos (causas directas y/o procesos), pero dejando en segundo plano, o ignorando, las raíces del problema (causas indirectas o subyacentes). Los objetivos y conocimientos de la gente local, los cuales son indispensables para lograr una verdadera adopción de alternativas socialmente aceptadas, no han sido suficientemente considerados. Asimismo, cuando los programas de combate a la DT crean dependencia o son impuestos de arriba hacia abajo (enfoque *top-down*), y más aún si los usuarios locales no obtienen un beneficio directo (p. ej. mayor producción de cosechas), ellos tienden a fracasar.

Con relación a la efectividad de las evaluaciones de la DT, existe un aparente contraste entre la información que se genera por organismos de investigación al nivel internacional, consistente en un amplio acervo conceptual y metodológico, y una realidad tangible al nivel local y global que muestra la DT con una tendencia creciente y muy probables posibles impactos negativos en la capacidad de las tierras para producir alimentos (van der Esch et al., 2017). Como han señalado Seely y Wohl (2004), se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar investigación sobre la desertificación, y sin embargo, la DT ha continuado afectando a mucha gente alrededor del mundo (especialmente en los países en vías de desarrollo), y en este sentido los autores plantearon la necesidad de hacer un alto para analizar la efectividad de las estrategias de evaluación y lucha contra la DT, así como de la forma en que ellas han sido trasladadas en acciones reales. Los autores también analizaron algunas de las contribuciones de investigaciones en revistas científicas avocadas al fenómeno de la DT/desertificación y fue evidente que solo unas

cuantas de ellas tuvieron inmediata, o incluso futura, aplicabilidad. Es por tanto necesario equilibrar esos esfuerzos hacia una aplicación más práctica.

En cuanto a los métodos o esquemas de evaluación de la DT a diversas escalas, se han desarrollado y aplicado varios de ellos. GLASOD evaluó la degradación de suelos de manera cualitativa. Sus datos han sido útiles y no hay hasta el momento otros que cubran al nivel global sobre degradación de suelos, pero actualmente se consideran desactualizados. La DT global ha sido evaluada en la década pasada mediante el esquema GLADA (Bai *et al.*, 2008), utilizando datos de CCT y de PPN como indicadores. El método y sus resultados han sido cuestionados (Wessels, 2009) pero presentan la ventaja de ser los más actualizados y basarse en un indicador integrado de la DT como es la PPN. La desertificación también ha sido evaluada al nivel macro-regional (Helldén y Trottrup, 2008).

La **desertificación** (DT en tierras secas) ha sido más estudiada y abordada por organismos internacionales, y cuenta con diferentes enfoques y métodos (Dregne, 1998; FAO, 2003a; Helldén y Trottrup, 2008; Nachtergaele y Licon-Manzur, 2009; Reynolds *et al.*, 2003), dentro de los cuales destacan el proyecto LADA, y el PDD. El proyecto LADA fue impulsado por FAO y aunque originalmente se diseñó para tierras secas, a finales de la década pasada fue aplicado también en tierras húmedas (LADA, 2009; Nachtergaele *et al.*, 2009). La Evaluación del Milenio (MA, 2005a) ha hecho un esfuerzo en ese sentido, pero solo involucró la perspectiva académica y científica, y además presentó algunas otras limitantes. Hasta la década pasada diferentes grupos de trabajo internacionales (DSD-WG1, 2009; FAO, 2013; LADA, 2009; Reed y Stringer, 2015) contribuyeron al establecimiento de una plataforma conceptual y metodológica para abordar la DT y subsanar las limitantes de las evaluaciones hasta entonces realizadas.

Los métodos basados en datos de PR y SIGs son necesarios y bastante adecuados para las evaluaciones del estado actual, riesgo y tendencias de la DT a diferentes escalas (Bai *et al.*, 2012; de Jong *et al.*, 2011; D'Odorico *et al.*, 2013; Gibbs y Salmon, 2015; MENR-Kenya, 2016; Saad *et al.*, 2011; Vu *et al.*, 2014; Zika y Erb, 2009). Sin embargo, es necesario que éstos sean utilizados como herramientas dentro de un marco más integral donde se incluyan otras herramientas que aborden los aspectos socioeconómicos, culturales y políticos. Sólo de esta manera tendrán una completa utilidad. Se observa

también que en estos métodos los períodos de observación de cambios de cobertura y condición de la tierra son relativamente cortos (de 10 a 20 años) para determinar tendencias significativas de largo plazo incluyendo etapas más antiguas (evaluación histórica de la DT). Además, normalmente los datos son publicados de manera tardía (5 años para los más recientes, y usualmente 10), por lo que el impacto sobre las decisiones puede no ser muy a tiempo. Aun así, estas herramientas metodológicas son bastante útiles y cada vez más indispensables para las evaluaciones de DT; se espera que su versatilidad y utilidad se incrementen en los próximos años.

En términos generales, como ha sido planteado por diversos autores (Foster, 2006; Gibbs y Salmon, 2015; Kapalanga, 2008; Oldeman, 2002) se puede decir que no hay a la fecha un método de evaluación que se pueda considerar el mejor. Todos aportan algún aspecto importante, como ha sido discutido en la sección respectiva sobre métodos, y es por tanto recomendable una combinación de varios para tener mejores resultados, tomando en cuenta los objetivos y el contexto biofísico y sociocultural del área donde se desea aplicar. Sin embargo, los métodos con enfoque integrado son los que prometen mejor éxito debido a que la inclusión de conocimientos, percepciones y objetivos de diversos actores involucrados, particularmente de los usuarios locales que son, en última instancia, los que interactúan con las causas, procesos y efectos de la DT, y además son quienes pueden aplicar las acciones de mitigación.

Al nivel local los agricultores de países en desarrollo utilizan diversas estrategias para hacer frente a la DT entre las que resaltan la diversificación de actividades y la aplicación de prácticas agroecológicas y agroforestales. También se emplean otras prácticas conservacionistas como el barbecho mejorado y la ampliación del período de barbecho. En algunos casos se ven forzados a disminuir el tamaño de los hatos para reducir la intensidad del pastoreo. Si las tierras están muy degradadas (valorada por su nivel de fertilidad), utilizan diversas estrategias para adaptarse. En todo caso, las medidas de adaptación son sitio-específicas (contextuales). Sin embargo, se ha mostrado que la adopción medidas de mitigación no siempre resulta suficiente debido al carácter multifactorial de la DT, y además porque los actores locales priorizan la seguridad alimentaria antes que la intervención en la lucha contra la DT. Ante esto el reto es precisamente lograr el equilibrio entre un manejo sostenido de los recursos de la tierra y

la satisfacción de las necesidades de las poblaciones locales, esto es que se permita mitigar o revertir la DT a la vez que se mejore su calidad de vida.

Con base en la revisión hecha hasta aquí, podemos decir que existe la necesidad de diseñar/adaptar e implementar métodos de evaluación de la DT, a distintas escalas, con enfoque integrado y participativo, esto es que integren aspectos biofísicos, socioeconómicos, culturales y políticos, y con participación de diversos sectores de la sociedad, de tal forma que permitan el entendimiento de las causas directas y subyacentes, incluyendo las percepciones de los usuarios, especialmente al nivel local.

Capítulo 4

MÉTODO

4.1. La comunidad de estudio - Condiciones generales

Ubicación y colindancias

El estudio fue realizado en la comunidad indígena de Comachuén, municipio de Nahuatzen, de la región Sierra Purépecha³⁹, ubicada en la parte central del estado de Michoacán, como se aprecia en la **Figura 4.1**. El nombre de la comunidad es un término castellanizado de la palabra *k'umánchen*, que en lengua purépecha significa “lugar sombreado” y hace alusión al hecho de que el poblado se ubica al pie de una montaña (cerro de La Bandera) el cual le impide recibir los rayos del sol en las primeras horas del día. Colinda con cuatro comunidades indígenas; al norte con Sevina (*Tsihuinio* o “lugar de remolinos”), al este con San Francisco Pichátaro (*Chátarh'u* o “lugar de carpinteros”), al oeste con Arantepakua y Turícuaro (*Turhíkuarh'u* o “lugar de carbón”). Al sur colinda con la comunidad mestiza de Tingambato (*T'inghághio* o “lugar donde hace calor”), municipio del mismo nombre.

Aspectos biofísicos generales

Se encuentra en zona montañosa, con altitudes que van de 2,340 a 3,300 msnm⁴⁰, con pendientes frecuentemente entre 50 y 75%, con presencia de pequeñas planicies interláxicas. El centro del poblado (plaza) se encuentra en las siguientes coordenadas UTM: 19° 34' 20.07" N y 101° 54' 18.57" O, y a 2,612 msnm. El clima varía de *templado húmedo*, pasando por *templado sub-húmedo* a *semifrío subhúmedo* (INEGI, 1985). Los tipos de roca y materiales geológicos superficiales predominantes son de origen volcánico (cenizas, tobas y lavas, rocas); la mayor parte de la superficie presenta suelos desarrollados a partir de cenizas volcánicas, aunque en algunos sitios a cierta

³⁹ La Sierra Purépecha ha recibido nombres como “Meseta tarasca”, o “Meseta purépecha”. Aquí hemos adoptado el de Sierra Purépecha, ya que no se trata de una meseta como tal, sino de una serie de planicies intermontanas en una zona eminentemente volcánica. Tampoco es correcto el adjetivo tarasco, ya que este ha caído en desuso debido a que se considera peyorativo para las comunidades purépechas.

⁴⁰ La parte más baja de la comunidad se ubica en el paraje denominado “*Pózarh'u*” o “El pozo”.

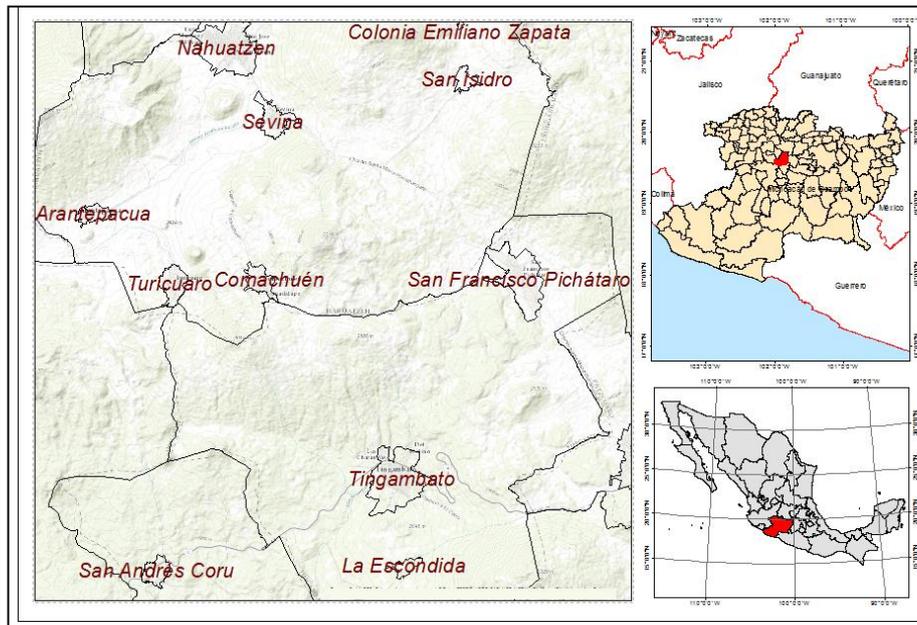


Figura 4.1. Localización de la comunidad de estudio, Comachuén, Michoacán, México.

profundidad se pueden encontrar materiales endurecidos (*tepetate*), frecuentemente en múltiples capas que demuestran deposiciones volcánicas repetitivas en el pasado. Bajo el clima húmedo y con la presencia de materiales de origen volcánico, los suelos predominantes son del tipo Andosol, aunque también se encuentran Cambisoles, Regosoles y Luvisoles (cartografía de INEGI, 1985)⁴¹. La característica distintiva de los suelos presentes, excepto para el caso de los Luvisoles, es que son muy porosos y por tanto muy permeables, por lo que el agua de lluvia se infiltra rápidamente. Esto tiene implicaciones en el ciclo hidrológico local, lo que propicia la ausencia de corriente fluviales permanentes y la escasez de agua potable y para uso agropecuario al nivel regional. Las implicaciones de esta condición es que las comunidades sufren de escasez de agua para los usos básicos (consumo humano) y para otros usos (animales de trabajo). Ni qué hablar del riego de cultivos, la cual es casi imposible por la falta de agua superficial. Debido a esta situación, la agricultura se practica bajo las modalidades de “humedad” (subtipo de temporal que aprovecha la humedad del suelo para adelantar la siembra a marzo y abril) y de temporal estricto (siembra en junio). La agricultura de humedad es la predominante. La región purépecha es por tanto captadora de agua, misma que aflora en diversos ríos y manantiales en la región de Tierra Caliente (ubicada al sur

⁴¹ La nomenclatura edafológica de INEGI (1985) se consideran antiguas. No obstante, las Unidades de Suelo aquí mencionadas equivalen aproximadamente a los Grupos de Suelo de Referencia de Suelo del mismo nombre utilizados en la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (FAO-IUSS-WRB, 2015).

de la región Sierra Purépecha) y en pequeños manantiales utilizados para el sustento de las propias comunidades locales.

Aun cuando en la comunidad de Comachuén no existe estación meteorológica, de acuerdo a INEGI (1985), los climas presentes en su territorio son los que se muestran en el **Cuadro 4.2**. Esta diferencia de climas representa la suficiente variabilidad para ser expresada en la distribución del uso del suelo y de otros aspectos como el rendimiento de cultivos y la calidad de la tierra como se verá en apartado de resultados.

Cuadro 4.2. Climas en la comunidad de estudio y el área colindante hacia el sur.

Ubicación fisiográfica	Altitud aprox. (msnm)	Tipo	Descripción
Sierra (parte alta de la montañas)	> 2,600	C(E)(w ₂)(w)	Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, % de lluvia invernal menor de 5. El más húmedo.
Sierra	2000–2,600	C (w ₂) (w)	Templado subhúmedo con lluvias en verano. % de lluvia invernal menor de 5. El más húmedo.
Vertiente sur	2,000-2600	C (m) (w)	Templado húmedo con abundantes lluvias en verano, % de lluvia invernal menor de 5.
Vertiente sur	<2000	(A)C(m)(w)	Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano, % de lluvia invernal mayor de 5.

Fuente: Adaptado a partir de carta de climas de INEGI (1985).

NOTA: El clima de tipo templado húmedo se ubica en el área en litigio con la comunidad de Tingambato.

La vocación natural de las tierras es para vegetación de bosque, en este caso de pino y encino, la cual es favorecida por la presencia de lluvias abundantes, y por los tipos de suelos de origen volcánico (porosos, profundos y con alta capacidad de retención de humedad), en la mayoría de los casos, salvo en áreas con suelos muy arenosos (por. ej. conos volcánicos y afloramientos de ceniza volcánica).

La vegetación predominante es de bosque de pino- encino (*Pinus* sp., y *Quercus* sp.), en el que asocian otros géneros como el tepamo o aile (*Alnus* sp.), el madroño (*Arbutus xalapensis*), y el capulín (*Prunus serotina*) con pequeñas áreas de bosque de oyamel

(*Abies* sp.) áreas de alta humedad y poca perturbación, y pastos de clima frío en la parte más alta de las montañas (*Muhlenbergia* sp.). Las comunidades vegetales presentes en el bosque de pino-encino incluyen otras especies arbustivas como la jara china (*Baccharis* sp.), tejocote (*Crataegus* sp.) y herbáceas como el lupino o elotilla (*Lupinus* sp.), entre otras. Todas las plantas arbóreas tienen alguna utilidad para los habitantes de la comunidad, ya sea como material de construcción (morillos, tablas, etc.) y elaboración de muebles (mesas, sillas, etc.) e instrumentos de trabajo (arados, yugos, cabos, etc.). En otros casos, además de su madera, se aprovechan sus frutos, como en el capulín (*Prunus serotina*) y el tejocote (*Crataegus* sp.). Los arbustos y hierbas tienen menos usos directos, pero en algunos casos se utilizan las flores o las hojas para adornos (coronas para fiestas) o para curaciones dentro de la medicina tradicional. La zarzamora silvestre (*Rubus* sp.) es característica de la región. Otras especies, como los helechos y los musgos, son utilizadas para fines ornamentales. Caso especial es el uso de diversas especies de hongos silvestres comestibles, los cuales crecen en estos bosques, siendo su época de abundancia los meses de septiembre y octubre, es decir durante y al término de la época de lluvias.

En las tierras de cultivo las arvenses⁴² más frecuentes son la aceitilla (*Bidens* sp.), el rábano o rabanillo (*Raphanus* sp.) y la mortaza o vaina (*Brassica* sp.), este último utilizado como quelite. En las tierras que se dejan de sembrar por mucho tiempo, o en los bosques degradados con vegetación secundaria predominan las siguientes: jara china (*Baccharis* sp.), jara (*Barkleynathus* sp.), lupino o elotilla (*Lupinus* sp.), flor azul (*Salvia* sp.). Al nivel local, la presencia y abundancia de plantas se utiliza como indicadora de degradación o de calidad de la tierra. En este caso la presencia de las especies anteriores indica una etapa de “recuperación” de la tierra. Hay que mencionar, además, que este tipo de tierras se degradan principalmente por los procesos de deforestación y/ degradación forestal, y por el laboreo excesivo o prolongado, y en los que sobreviene la erosión hídrica (laminar, o en canalillos), y eventualmente se forman zanjas (“barranquitas”), con la consecuente liberación de carbono orgánico contenido en la biomasa vegetal y la materia orgánica del suelo. No obstante, es sabido que debido a sus características fisicoquímicas estos suelos tienen la ventaja de ser relativamente resilientes, es decir que pueden

⁴² Arvenses, se refiere a plantas silvestres que crecen en tierras cultivadas, y en este trabajo se prefiere este término en sustitución de “maleza” o “malas hierbas”, debido a que en la agricultura de tipo tradicional dichas plantas no necesariamente se consideran “malas”.

recuperarse de la degradación mediante su rehabilitación a través de una adecuada cobertura vegetal (Arbelo *et al.*, 2002), siempre que no se degraden de manera irreversible.

4.2 Aspectos culturales y socioeconómicos

Identidad étnica y cultural de Comachuén

Los habitantes pertenecen al grupo cultural Purépecha (antes erróneamente llamado Tarasco). Esta cultura es una de las 54 etnias oficialmente reconocidas en México (CDI, 2010⁴³) y actualmente ocupa la región centro y centro-norte del estado de Michoacán, aunque en siglos pasados su influencia abarcó el sur del actual estado de Guanajuato, el sur y parte del oriente de Michoacán, y el norte del estado de Guerrero, así como los límites con los estados de Jalisco (Espejel, 2007). Resalta el hecho de que las regiones de tierra caliente en Michoacán fueron parte importante de la cultura purépecha, no así la región sierra-costa, donde más bien se asentaron otras culturas, básicamente nahuas. No existe certeza del origen de este grupo indígena, aunque se ha planteado la hipótesis de que pueda haber cierta relación con pueblos del Pacífico Sudamericano y del actual estado norteamericano de Nuevo México⁴⁴ e incluso hay hipótesis de semejanza genética con grupos de indígenas asiáticos (Loeza, 2007⁴⁵). En tiempos prehispánicos los purépecha se situaban en áreas montañosas, planicies y ciénegas, pero durante la Conquista y La Colonia fueron desplazados o despojados de sus tierras (García, 1981) por lo que actualmente se concentran en su mayor parte en las montañas y planicies intermontanas del Cinturón Volcánico Transmexicano, también conocido como Eje Neovolcánico, en el estado de Michoacán. Existen variantes dialectales de la lengua purépecha⁴⁶, pero esas variantes no implican que sus hablantes no se puedan entender perfectamente.

Esta cultura es muy rica en tradiciones. Son amantes de la música y de las fiestas, y poseen una gran riqueza en leyendas; caso especial es lo relativo a la cosmovisión y mitología en torno al agua⁴⁷. La música y las fiestas del pueblo purépecha son un rasgo característico

⁴³ CDI, Comisión Nacional para la Atención a los Pueblos Indígenas; www.cdi.gob.mx.

⁴⁴ Ver por ej. Halmström (1995)

⁴⁵ Loeza (2007).

⁴⁶ Ver por ejemplo a Chamoreau (2005).

⁴⁷ Ver por ejemplo: Argueta y Castilleja (2008) y Zalpa (2002).

que desde tiempo atrás han servido para la comunicación y cohesión de sus integrantes. La *pirekua*, o canción tradicional purépecha, tiene el reconocimiento como patrimonio inmaterial por la UNESCO desde 2010, lo cual no necesariamente es visto como un beneficio para las comunidades⁴⁸. Las orquestas y bandas de viento son comunes en la mayoría de las comunidades. En Comachuén existen varias orquestas y bandas, además de diversos grupos de cuerdas y de danza. La música es un lenguaje cotidiano entre los lugareños para lo cual aprenden desde pequeños a través de la ejecución de algún instrumento y de clases de música con las personas más experimentadas. En cuanto a fiestas hay muchas durante el año, pero sobresalen la fiesta de la Asunción de María (15 de agosto) y la de La Candelaria (2 de febrero). También se realizan la del Carnaval, la de Corpus y de la Resurrección, entre otras. En todas ellas hay participación de orquestas, bandas y *pireris*, además de danzas. La comida tradicional es el *churipo*, acompañado de *corundas*, y es ofertado a los visitantes en las casas de sus amistades, o en la parroquia a las personas en general. Las fiestas son una expresión cultural que contribuye a estrechar los lazos de amistad e identidad cultural.

Otro aspecto importante es el trabajo colectivo que se denomina “faena” y que es equivalente a los términos de “tequio” o “mano vuelta” que se ha utilizado en otras regiones del país (De la Fuente, 1941; Velázquez-Galindo, 2014). En lengua purépecha se denomina *jahroájpik’ua*. Este trabajo se realiza de manera gratuita como una contribución a la comunidad, pero últimamente se ha ido perdiendo y solo algunas actividades persisten como “faena”. De acuerdo a los comuneros, esta costumbre ha perdido importancia debido a los programas oficiales de carácter asistencialista o de promoción de votos durante las campañas políticas. No obstante, se ha visto recientemente que cuando ocurre algún problema que atañe a toda la comunidad (por ejemplo conflictos con otras comunidades, o temas de seguridad pública) la gente se unifica para tomar decisiones y enfrentar las circunstancias.

Los aspectos anteriores tienen importancia para ubicar las potencialidades en la perspectiva de buscar alternativas a la DT, como un fenómeno que les puede afectar a

⁴⁸ A pesar de la importancia de este reconocimiento a la *pirekua*, existe una protesta por parte de muchos músicos e intérpretes de la *pirekua* que consideran que no se ha reconocido a los verdaderos autores. Ver por ejemplo nota en: <http://www.jornada.unam.mx/2011/10/01/cultura/a04n2cul> (acceso 13 nov/2017). Un análisis reciente da cuenta de esta problemática (Flores, 2017).

todos. Es por tanto importante fomentar la colectividad en la toma de decisiones sobre los aspectos ambientales que aborda este trabajo.

Aspectos socioeconómicos y demográficos

De acuerdo a los datos censales de INEGI (2010), la comunidad contaba para ese año con una población total de 4,762 habitantes, de los cuales 902 (18.9%), de 15 años o más, eran analfabetas. En el período de 1990-2010, la población aumentó en un 49.6 %, la cual es una cifra significativa para un período relativamente corto (**Figura 4.2**). Esto tiene importancia en el sentido de que se prevé una mayor presión sobre los recursos de la tierra al nivel local⁴⁹. Por el número de hablantes de la lengua purépecha, de 5 años o mayores, (91.2% para el año 2010), se considera eminentemente indígena. Resalta, además, que la mayor parte de la población (98.9%) no contaba con agua entubada en sus domicilios, viven con algún nivel de hacinamiento (69.6%), y los pisos de sus casas son de tierra (67.7%). Es considerada una comunidad de marginación muy alta. En tanto, la comunidad se considera marginada, mas no altamente marginada.

Muchos aspectos de los que son considerados en estos censos son relativos, debido a que algunos, tales como la no disponibilidad de agua entubada y los pisos de tierra han sido parte de una cultura indígena⁵⁰. Por ejemplo, en Comachuén hasta mediados del año 2011 las familias solo tuvieron acceso al agua potable de una fuente comunal, proveniente de un manantial y canalizada a la fuente, la cual está ubicada a una cuadra del centro de la población. El acarreo manual de agua hasta los hogares se vuelve una actividad cultural que permite a las personas, principalmente a las mujeres, interactuar y socializar durante dicha actividad. Claro que es más cómodo abrir y cerrar una llave en casa, pero en una comunidad indígena la congregación en fuentes, pilas o manantiales es una tradición y un medio que permite la interacción individual y colectiva. No obstante, en Comachuén esta situación de escasez de agua cambió debido a la perforación de un pozo profundo⁵¹. Asimismo, el piso de tierra es muy común y en

⁴⁹ El aumento de la población en Comachuén se considera que es representativo de lo que ha sucedido en muchas poblaciones rurales al nivel estatal y nacional y que debiera ser un tema de interés nacional

⁵⁰ Además de los estilos de vida, otros aspectos como la lengua, las costumbres, la cosmovisión, un territorio común y la existencia de instituciones comunitarias dan sustento a la identidad cultural indígena, como lo plantea Villanueva (2009).

⁵¹ En el año de 2009 se inició la perforación cerca del poblado, aproximadamente a 1 km de distancia en dirección suroeste, el cual comenzó a funcionar en 2011 y actualmente abastece de agua al nivel domiciliario.

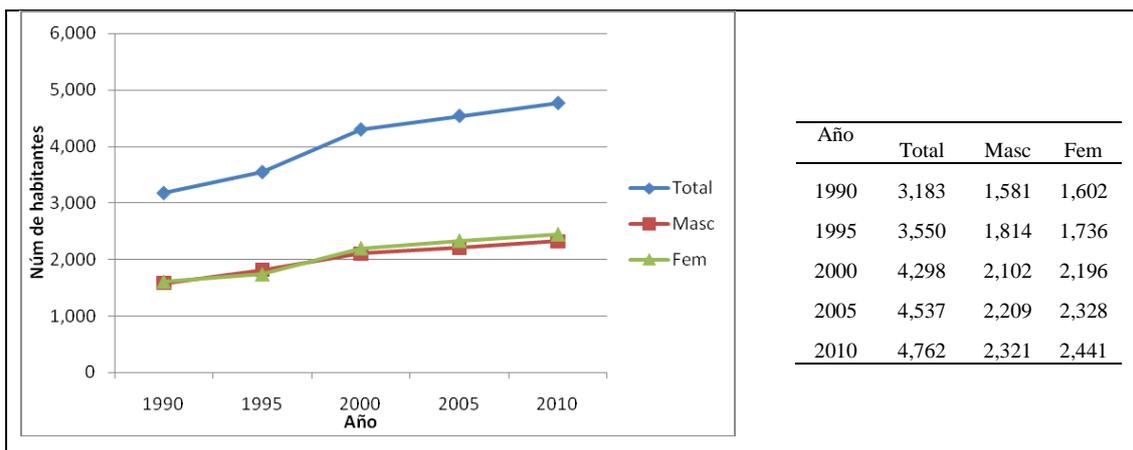


Figura 4.2. Gráfica de la dinámica poblacional de Comachuén (1990-2010). *Fuente:* Con base en censos poblacionales de INEGI (2010).

muchos casos se conserva esta forma en el área de patio y cocina, mientras que en las habitaciones (troje, o cuarto) puede ser de madera o de cemento. En cuanto al uso de aparatos domésticos, como el refrigerador, las familias normalmente preparan los alimentos el mismo día y hay poco que guardar, y además por el clima templado y semifrío normalmente no se requiere de ese aparato doméstico. La idea en controversia es que muchos de los indicadores de bienestar no necesariamente aplican de manera adecuada en todas las comunidades, y más bien debe considerarse el contexto cultural del que se esté tratando. El acceso a la educación y la escolaridad, el acceso a los servicios de salud, el empleo y la disponibilidad de tierra de los habitantes, serían indicadores de bienestar más apropiados para esta comunidad y otras comunidades rurales.

Organización de la comunidad y tenencia de la tierra

La comunidad se ha regido por varias instancias que regulan su funcionamiento desde diversas perspectivas. De acuerdo con Villanueva (2008), la comunidad cuenta con una amplia gama de instituciones comunitarias que incluyen aspectos sociales, culturales, organizativos, económicos y religiosos. Estas instituciones conforman la base sobre la que se sustenta la estructura organizativa (**Figura 4.3**), la cual está representada por diversas autoridades, todas ellas regidas por la Asamblea General Comunitaria. Sin embargo, en la actualidad refieren los habitantes que tienen diversos problemas en su organización debido fundamentalmente a la presencia de partidos políticos.

De acuerdo al documento de Red-IINPIM (2008: 41), anteriormente las autoridades comunales de Comachuén eran nombradas a través de las personas mayores que ya habían ocupado algún cargo, y ellos eran quienes designaban a las mejores personas para esos cargos. Pero después vinieron las disputas entre los partidos políticos (PRI y PRD) y se polarizaron las diferencias internas⁵². Posteriormente, en otro estudio Sebastián (2010a:16) menciona que ha habido iniciativas al interior de la comunidad, discutida en asamblea general comunitaria, para regresar a la forma tradicional de nombrar las autoridades, sin intervención de partidos políticos. Sin embargo esta propuesta no ha prosperado debido a diferencias partidistas dentro de la comunidad, pero sí en otra comunidad vecina que es Cherán⁵³.

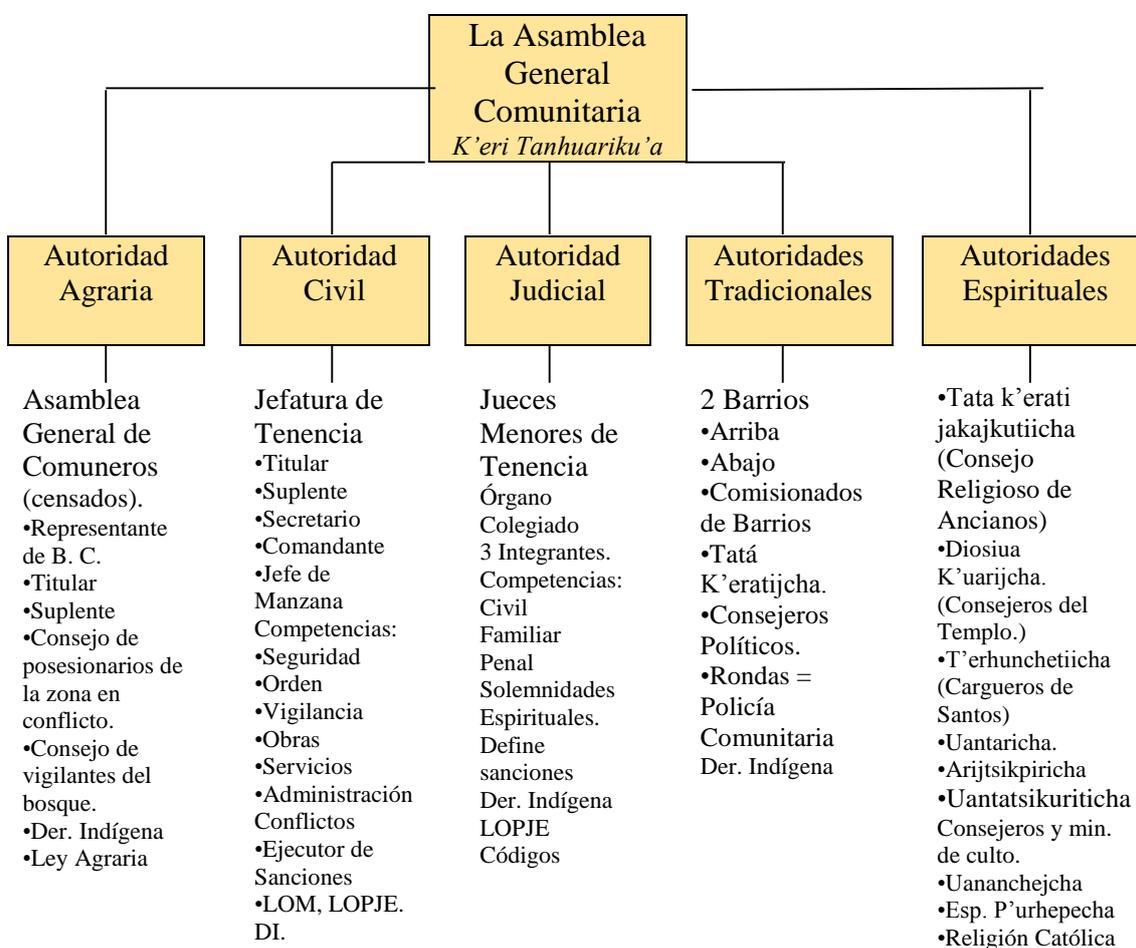


Figura 4.3. Estructura de Gobierno Indígena de la Comunidad de Comachuén.

⁵² Sebastián (2010b) menciona que hubo un acuerdo de asamblea comunal para rotar el poder político entre los partidos, PRI y PRD que son los que predominan en la comunidad, en períodos bianuales.

⁵³ En la actualidad en Michoacán solo la comunidad de Cherán ha podido plantear y ejercer su derecho a retomar el sistema tradicional de usos y costumbres para el nombramiento de autoridades locales, a raíz de los conflictos entre comuneros y talamontes. En Comachuén no se han reportado conflictos internos de esa índole, aunque es evidente la existencia de tala “clandestina” local, la cual también afecta a las comunidades vecinas de Pichátaro y Sevina.

Fuente: Villanueva (2008) y entrevistas a comuneros.

En cuanto a la propiedad de la tierra es de régimen **comunal**, y ésta se hereda de padres a hijos. Los derechos de comunero se adquieren por nacimiento (Villanueva, 2008). Sin embargo, estrictamente hablando hay una repartición de la mayor parte del territorio el cual ha sido dividido en parcelas o potreros de diferente superficie, las cuales pueden ser cedidas, vendidas o rentadas, solo entre los miembros de la comunidad. Para esto, mediante un acuerdo interno, o por autorización del Representante de Bienes Comunes se hace un documento de usufructo, con derecho a compra-venta pero solo con validez interna. De acuerdo a testimonios de comuneros, algunas décadas antes (ca. 1975) sólo se tenían asignadas las tierras de cultivo, mientras que todo el monte (tierras no agrícolas) era de uso común, pero en la actualidad sólo ciertas áreas siguen siendo consideradas y aprovechadas estrictamente como tierra comunal. Esto tiene fuertes implicaciones en el manejo y estado de deterioro del bosque en esas áreas comunales, como se analizará en secciones posteriores.

De acuerdo a Red-IINPIM (2008) y Villanueva (2008), así como de testimonios de productores locales, actualmente los límites territoriales de la comunidad de Comachuén son imprecisos ya que ha habido conflictos por límites de tierras con las comunidades vecinas (Sevina, Pichátaro, Tingambato, Turícuaro, Nahuatzen y Arantepakua), pero salvo con Tingambato, con las demás se han tenido arreglos y de momento no existe problema alguno, aunque los límites siguen sin resolución oficial. En la misma referencia (Red-IINPIM, 2008) se indica que al no contar con resolución presidencial, su principal argumento de defensa de sus tierras es su título virreinal. Se señala la invasión de terrenos comunales por parte de Tingambato en una superficie de 1483-92-44.97 ha y por Sevina de 141-21-97.38 ha. La poligonal general que reconoce Comachuén como su territorio, con base en títulos virreinales, es de 5,400-75-48.17 ha. La superficie libre de conflictos es de 3,775-61-05.82 ha⁵⁴. Esta situación de conflicto agrario en última instancia es un factor de gran peso para que Comachuén permanezca sin certificación o título agrario, y con ello sus habitantes no puedan acceder a reconocimientos y apoyos federales, incluyendo acciones de restauración. Indirectamente es un factor que propicia la DT al

⁵⁴ De acuerdo a una nota periodística, actualmente (2018) el proceso de resolución del conflicto agrario con Tingambato está en marcha. Ver url: <https://www.idimedia.com/ecologia/ecocidio-tingambato-sin-intervencion-profepa-semarnacc/> (acceso 09-Dic-2018).

inducir la deforestación y el cambio de uso del suelo (CUS) en el área en conflicto, donde participan personas de ambas comunidades.

A pesar de las dificultades internas en cuanto a la organización comunitaria, el mantenimiento de la asamblea y las autoridades tradicionales, así como el régimen comunal de la tierra representan fortalezas que permiten una cohesión ante amenazas externas o ante conflictos con otras comunidades como es el caso del cierre de la carretera que conectaba a Comachuén con la comunidad de Sevina⁵⁵, debido a la tala clandestina, en enero de 2012 y a pesar de intentos de diálogo el problema persiste hasta la fecha⁵⁶.

4.3. Breve descripción de los fundamentos del enfoque empleado

El fenómeno de la DT ha sido abordado desde distintos enfoques, como se puede ver en el Marco Teórico, implicando objetivos, métodos y escalas diferentes. Y dado que no existe, ni puede existir, un método estándar para ser aplicado en cualquier contexto o zona geográfica, para la presente investigación hubo la necesidad de adaptar algunas de las características deseables de los distintos métodos y enfoques revisados, generando así un **método mixto**. El propósito fue tomar lo más adecuado para ser aplicado a la comunidad de estudio. De este modo en los párrafos siguientes se indican de manera resumida los rasgos o atributos del método adaptado para el desarrollo de esta investigación, y en el mismo sentido se señalan las fuentes correspondientes. Se indican además, los aportes y la pertinencia de su aplicación.

Investigación integrada: Es aquella que considera las distintas vertientes o dimensiones que están involucradas en el fenómeno bajo estudio. Particularmente son importantes, para el caso de la evaluación de la DT, las dimensiones: biofísica y ambiental, la económica, la tecnológica, la socio-cultural, e incluso la política. Indudablemente que el análisis de estos factores de manera integrada es compleja, pero la necesidad de abordar los estudios en esta forma se sustenta en el supuesto de que la DT

⁵⁵ El conflicto inició el 25 de enero de 2012 y desde entonces la carretera no ha sido reabierto. Debido a esto los comachuenses actualmente utilizan solo la carretera que les comunica con la comunidad de Turícuaro. Ver nota en: <http://www.purepecha.mx/threads/4879-La-comunidad-de-Sevina-Mich-toma-la-carretera-que-comunica-con-Comachu%C3%A9n-debido-a-la-tala-clandestina-de-bosques>. (Acceso 13 de nov/2017).

⁵⁶ Ver nota: <https://www.quadratin.com.mx/principal/Resurge-conflicto-entre-Comachuen-y-Sevina-por-la-tala-clandestina/> (acceso 13 Nov/2017).

es multifactorial y contextual (Abraham *et al.*, 2006; Clement, 2006; Ezeaku y Davidson, 2008; Feoli *et al.*, 2002; Kündell, 2005; Moges y Holden, 2007; Reed *et al.*, 2007; UNCCD, 2007; Warren, 2002). En este trabajo en particular se integraron instrumentos de recabado de información de campo, incluyendo entrevistas grupales e individuales a productores, así como observaciones y mediciones de tipo técnico, con lo cual se buscó una “hibridación” de técnicas y conocimientos.

Las percepciones como elementos para la comprensión de la DT. Un error frecuente, el cual ha sido evidenciado en diversos trabajos sobre la DT, es que generalmente no se consideran las percepciones y objetivos de los usuarios locales, los cuales son en última instancia quienes toman decisiones sobre el uso y manejo de los mismos. En esta investigación se hizo énfasis en la comprensión y análisis de la percepción de los productores sobre las causas e impactos de la DT al nivel local, partiendo del supuesto de que ella denota aspectos de interpretación, y consecuentes actitudes, de los actores locales ante la DT como fenómeno complejo y contextual. Algunos trabajos que han demostrado esa utilidad son: Agyemang *et al.*, 2007; Botha y Fouche, 2000; Garay y Cabero, 2013; Kusimi y Yiran, 2011; Maneja *et al.*, 2007; O’Higgins, 2007; Udayakumara *et al.*, 2010, y Verolme y Moussa, 1999, entre otros. En general, los estudios de caso y de comparación entre diversos grupos indígenas, sustentan la importancia de involucrar a los actores locales considerando sus percepciones y motivaciones en torno a la DT, tanto en la etapa de diagnóstico como en la planificación e implementación de acciones para revertir o neutralizar la DT.

Identificación de procesos, causas directas y causas subyacentes de la DT. El carácter multifactorial y contextual de la DT lleva a la necesidad de diferenciar las causas y los procesos, o síntomas, en un contexto determinado. Como se ha indicado, en muchos casos las evaluaciones de la DT y los programas de mitigación/combate se han enfocado sólo a los procesos visibles (síntomas), dejando en segundo plano las causas, en especial las subyacentes, teniendo como resultado poco o nulo éxito en sus acciones. Por lo anterior, es importante identificar las causas de la DT, distinguiendo entre aquellas que son **directas** y las causas de raíz o **subyacentes**, como se ha tratado en los análisis de la deforestación y degradación forestal (Geist y Lambin 2004; GFC, 2010; Verolme y Moussa, 1999). En el análisis integrado de la DT también se ha indicado la necesidad de diferenciar las causas directas y las causas subyacentes (Agyemang, 2012; IEO-GEF,

2017; Saguye, 2017), donde estas últimas pueden ser naturales o antrópicas (Kiage, 2015; Reynolds et al., 2007; Vu et al., 2014). Esto permitirá ubicar la importancia relativa de los factores causales, tomando en cuenta que estos no actúan de manera aislada, y, además, se comportan de manera contextual. Las causas directas actúan después de las subyacentes, es decir éstas últimas son las causas de origen, y en muchos casos, decisivas. También se deben diferenciar los **procesos** de las causas, ya que los primeros representan los síntomas visibles o tangibles de la DT, pero en realidad son solo un reflejo de las causas. Algunos de los procesos de degradación más frecuentes son la contaminación, la erosión hídrica, la pérdida de cobertura vegetal y la salinización de tierras (Fitzpatrick, 2002; Cheattho, 2009), varios de los cuales, de acuerdo a Oldeman et al. (1991), quedan comprendidos como **tipos de degradación** de suelos.

Jerarquización de problemática y alternativas con esquema DPSIR: El esquema DPSIR es un marco utilizado para organizar los planteamientos de análisis del manejo de recursos naturales, en una secuencia lógica, desde la problemática hasta las posibles alternativas, y que ha mostrado su utilidad en evaluaciones de la DT. Originalmente fue diseñado como esquema Presión–Estado–Respuesta (PER), o Pressure–State–Response (PSR, por sus siglas en inglés). Luego fue ampliado a esquema Factor–Presión–Estado–Impacto–Respuesta o *Driving force–Pressure–State–Impact–Response* (DPSIR, por sus siglas en inglés). De acuerdo a Nachtergaele y Licon-Manzur (2008) fue Dumanski (1994) quien lo reportó para su aplicación en el manejo de tierras, y posteriormente fue adoptado por la Agencia Ambiental Europea (EEA, por sus siglas en inglés) (ver Kristensen, 2004). Particularmente ha mostrado utilidad en estudios sobre biodiversidad (Maxime et al., 2009; Omann et al., 2009), en el análisis de sistemas socio-ambientales (Nieves, 2007) y en evaluaciones de DT, en particular en el proyecto LADA y en diversos estudios de caso (Agyemang, 2013; Kusimi y Yiran, 2011; Nachtergaele y Licon-Manzur, 2008; Peprah, 2014). Para el presente estudio este esquema fue aplicado desde el diseño de los instrumentos de entrevista, así como en la etapa de análisis de resultados.

Investigación participativa y diálogo de saberes: El enfoque típico de evaluación de la DT, o de la degradación de recursos naturales en general, ha sido la de estudiar “desde fuera y desde arriba” los procesos que en ella ocurren (enfoque *top-down*), particularmente en las zonas rurales de los países en vías de desarrollo, donde las

evaluaciones y los programas para enfrentar los problemas derivados de la degradación de los recursos naturales han sido implementados en su gran mayoría por instituciones gubernamentales, con ese enfoque, resultando en acciones poco efectivas y además costosas (Cao, 2008; IFAD, 2001). El enfoque de investigación participativa consiste en un proceso de involucramiento de los actores locales en las distintas etapas y fases de la investigación, donde los objetivos y perspectivas tienen la misma validez, y los conocimientos se comparten a través de un diálogo horizontal. El objetivo de este enfoque “es encontrar respuestas a problemas de la comunidad o del colectivo social investigado” (CEPAL, 2002). Es amplia la lista de referencias clave sobre aplicación del enfoque de investigación participativa en estudios de la DT (Abraham et al, 2006; Abraham y Torres, 2007; Barrios et al. ,2006; Desbiez et al, 2004; Hurni, 2000; Oba y Kotile, 2001; Ravera et al., 2009; Reed et al., 2006; Roxo, 2001; Smucker et al., 2007; Stringer y Reed, 2007; Zurayk et al., 2001). El supuesto es que este enfoque de investigación, además de enriquecerse con los conocimientos y percepciones locales, incluyendo sus necesidades y prioridades, facilitará la valoración oportuna y el eventual seguimiento en los planes de acción para revertir la DT.

Durante la fase de planificación del presente estudio los productores cooperantes manifestaron su disposición a participar dentro del proyecto, lo cual fue facilitado por el antecedente de un trabajo previo en la comunidad⁵⁷. Posteriormente participaron como guías durante los recorridos y compartiendo el conocimiento tradicional sobre el manejo y aprovechamiento del recurso tierra y de su percepción sobre la problemática ambiental. En la etapa de retroalimentación sus aportes necesarios para consensuar las conclusiones generales y las alternativas posibles para un eventual plan de manejo sostenido de la tierra, que permita mitigar o revertir el fenómeno de la DT al nivel local.

De manera paralela, se aplicó el ejercicio de comunicación llamado diálogo de saberes, el cual tuvo sus mayores impulsos en los años noventa del siglo pasado en la Universidad de Cochabamba (Tapia, 2016), teniendo como uno de sus objetivos el contribuir a la revalorización de los conocimientos tradicionales. Una definición de diálogo de saberes, acorde a los objetivos de esta investigación, es la que plantea Moreno-Arriba (2016))

⁵⁷ Proyecto de servicio de la UACH “Uso de abonos orgánicos y labranza de corte horizontal en la Meseta Purépecha Michoacán”, por J. Pulido y J. J. Arredondo. Informe interno (inédito). CRUCO,-UACH, Morelia, Mich. Dic. 2002.

como “un proceso comunicativo en el cual se ponen en interacción dos lógicas diferentes: la del saber cotidiano local y la del conocimiento científico-técnico y/o ‘experto’, con una clara intención de comprenderse, apreciarse y ayudarse mutuamente”. Desde el diálogo de saberes se reconoce la complejidad de los conocimientos tradicionales (CT) que aun cuando no están codificados existen en la memoria colectiva y han demostrado su utilidad para las comunidades que los han creado (Toledo y Barrera-Bassols, 2009) y que han sido construidos mediante procesos de diálogo y a base de prueba y error (Argueta, 2016), y además pueden ser documentados en sistemas de información tales como mapas participativos (Pájaro y Tello, 2014).

En este sentido, el diálogo de saberes fue utilizado en diferentes momentos, especialmente para dar respuestas a problemas específicos, tales como: el manejo de la nutrición de cultivos; la función de la materia orgánica en el suelo; el control agroecológico de plagas, etc. En estos casos se dialogó, durante el trabajo de campo, entre el investigador y los productores, para llegar a un conocimiento “híbrido” sobre algún aspecto en particular. El resultado esperado es un aprendizaje mutuo, que no siempre queda escrito, donde el productor aporta el “cómo” se manifiesta el problema en tanto que el investigador el “por qué” ocurre el problema. En otras ocasiones ambos comentan sobre el “cómo” y el por qué” para lograr un conocimiento complementario o “híbrido”. Entonces el investigador se convierte en un acompañante, un compañero, cuyo objetivo es aportar al conocimiento de un problema, en este caso de la DT, y no un instructor, o un extractor de conocimientos locales para “validarlos” desde el conocimiento científico. En el proceso de diálogo se utilizó un lenguaje coloquial, esto es no-técnico, como parte del carácter horizontal en la comunicación.

Integración de conocimiento local y científico: Este carácter deriva de la conjunción de dos formas de conocimiento; el técnico/científico y el local o tradicional. Ambos difieren en la forma de concebir y explicar un mismo fenómeno. Los primeros emplean fundamentalmente abstracciones y modelos, validados mediante ensayos o experimentos, formulando leyes que explican y/o permiten reproducir los fenómenos. Los segundos son producto de la experiencia a través del frecuente o contacto continuo con los fenómenos, lo que se traduce en la acumulación de una serie de principios y modelos que van conformando un acervo al nivel mental, el cual tradicionalmente se trasmite de generación en generación por compartición de experiencias. En las evaluaciones

“híbridas” se imbrican ambos conocimientos en una especie de conjunción que ha de potenciar las “nuevos conocimientos” derivados, permitiendo una mejor comprensión para todos los actores involucrados, como lo evidencian diversos autores (Davis, 2005; Ericksen y Ardón, 2003; Gray y Morant, 2003; Niemeijer y Mazzucato, 2003; Paniahua *et al*, 1999; Ryder, 2003; Smith *et al.*, 2007; Stringer y Reed, 2006; Styger *et al*, 2007; Vigiak *et al.*, 2005).

Investigación en lengua nativa. Como un caso especial esta investigación fue realizada en su mayor parte utilizando la lengua nativa, el *p'orhé* o más conocida como purépecha. Esto fue posible por dos razones principales; primero, la lengua nativa se sigue utilizando de manera predominante en la comunidad de estudio, al menos en la forma de comunicación oral; segundo, el autor de la tesis conoce el idioma purépecha por ser originario de una comunidad análoga, en la misma región geográfica. El supuesto es que con esta forma de comunicación se permite una mayor apertura de los actores locales y una comprensión más profunda de las percepciones y de sus conocimientos sobre el fenómeno bajo estudio. Hay escasos estudios con esta característica, por lo que es de resaltar en este trabajo. Esto le confiere a esta investigación un rasgo único, o al menos muy poco usual, ya que en muchas ocasiones se utilizan intérpretes y el técnico no comparte este saber con la comunidad. Este rasgo le da una gran riqueza al enfoque, ya que se puede utilizar todo el conocimiento local, tradicional, comprendido no sólo en las prácticas agrícolas, sino en los vocablos en lengua originaria. La traducción tanto al español como al contexto técnico se hace entonces, desde un control más estrecho de la cultura de la cual emana este conocimiento.

En resumen, se trata de un enfoque de análisis integrado de la DT, con herramientas de investigación participativa, con algunos rasgos peculiares de acuerdo al contexto.

4.4. Fases y etapas del desarrollo de la investigación

El proyecto de investigación inició en agosto de 2006, con establecimiento de contactos y con entrevistas preliminares que sirvieron para definir el proyecto, y culminó en junio de 2010, con entrevistas a jóvenes y adultos sobre su percepción de la DT. El trabajo de campo (entrevistas y mediciones técnicas) fue realizado de manera intermitente desde enero de 2008 y hasta junio de 2010. Se trata de una investigación de estudio de caso, al nivel de comunidad, utilizando un enfoque integrado y participativo, y de análisis de conocimiento híbrido. La degradación de tierras (DT) se concibe como un fenómeno complejo que involucra aspectos biofísicos, económicos, sociales y culturales. Los actores locales, o sea los productores y sus respectivas familias, participan en distintas etapas de la investigación, tanto como fuente y transmisores del conocimiento y percepciones sobre el fenómeno de la DT al nivel local, narrados en su lengua nativa, como en el planteamiento y consensuado de las posibles alternativas de prevención y/o mitigación de la DT en el corto y mediano plazo. Se emplean indicadores locales y técnicos para la evaluación de la DT. A través de talleres de discusión con los actores locales, representados por un equipo base⁵⁸, se buscan consensos en la interpretación de resultados y en el planteamiento de posibles alternativas de manejo sostenido de la tierra.

En la **Figura 4.4** se indican de manera esquemática las fases y etapas que comprendió el trabajo de investigación, las cuales se desglosan en:

1. **Diseño y planteamiento del problema de investigación.** La etapa inicial fue el planteamiento del problema, con una revisión de literatura preliminar; asimismo, se establecieron los contactos en la comunidad de estudio. Se realizaron recorridos de reconocimiento y algunas entrevistas preliminares.
2. **Formulación del marco teórico.** En la siguiente etapa se realizó una búsqueda más amplia de literatura, la cual sirvió para reforzar el planteamiento inicial. Con base en la nueva información de literatura, y con información obtenida a través de recorridos de campo, se rediseñó el planteamiento original. La

⁵⁸ Estos talleres fueron realizados con un equipo base, conformado por seis familias, incluyendo hombres, mujeres y niños, que son las que acompañaron el trabajo en todas las fases. Las cabezas de familia son: Aureliano Hernández, José Luis Sebastián, Leodegario Sebastián, Valentín Cruz, Asunción Sebastián y Francisco Reyes.

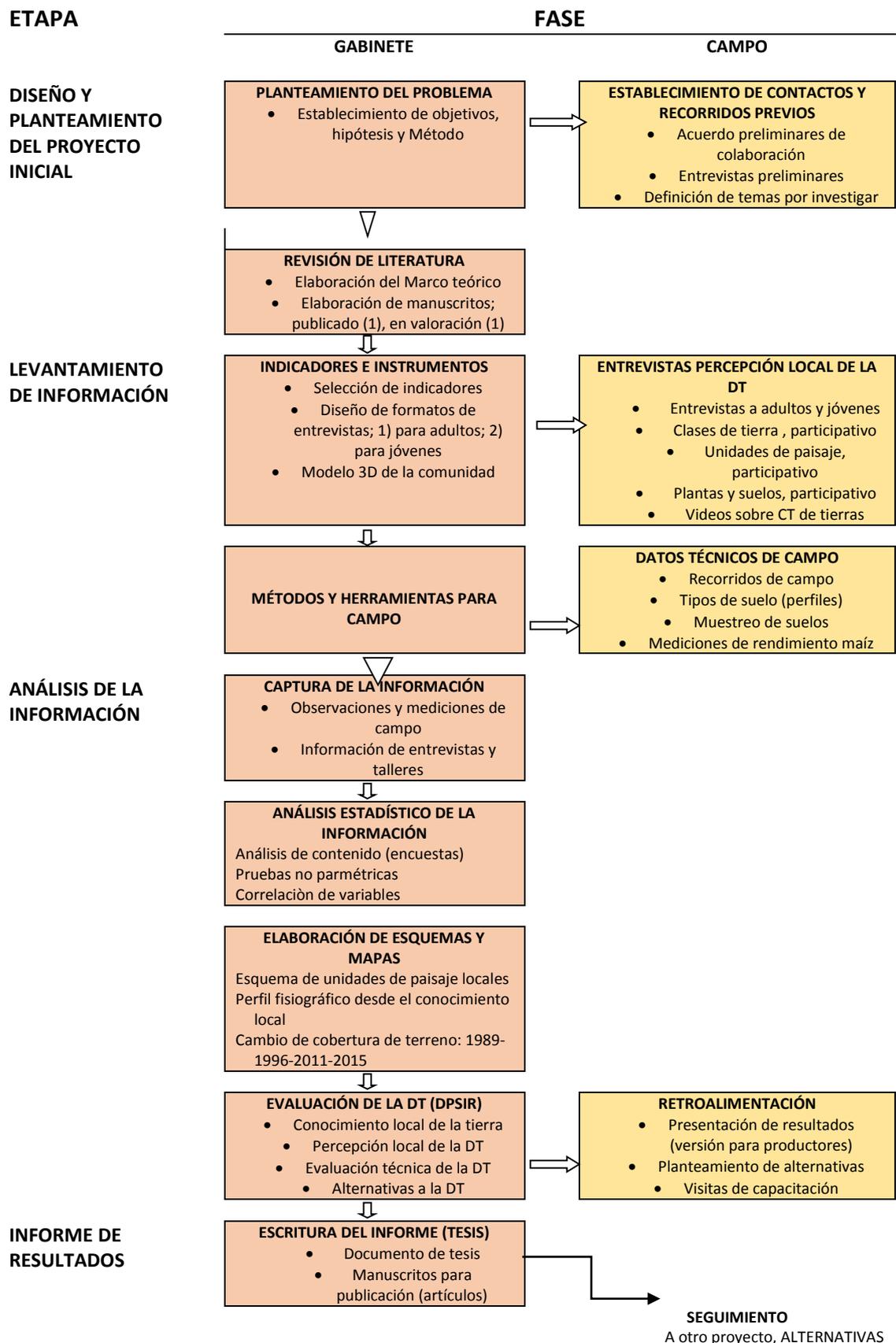


Figura 4.4. Diagrama esquemático de las etapas y fases de la investigación.

actualización de literatura fue constante hasta la fecha y ha sido revisada y analizada dando como resultado el Marco Teórico, el cual se dividió en varias secciones a saber; Contexto global de la DT, conceptos y definiciones, factores causativos, enfoques de evaluación, métodos de evaluación, y estrategias de combate a la DT.

3. **Levantamiento de conocimiento local en campo.** A través de las entrevistas grupales (familiares) y recorridos de campo se recabó información sobre los usos y **manejo de la tierra**, así como de las **clases y tipos de tierra** y **unidades de paisaje** locales. Esta última parte fue hecha con ayuda de un modelo tridimensional (3DM) del territorio comunal, a manera de SIG participativo, el cual fue elaborado, *exprofeso*, en una escala aproximada de 1:25,000.
4. **Percepción local de la DT.** En esta etapa se realizaron entrevistas a productores locales (agricultores y artesanos). Previamente, y con ajustes sobre la marcha, se diseñaron *exprofeso* formatos de entrevista semi-estructuradas (**Anexos 1 y 2**) para recabar la información, misma que posteriormente fue clasificada para facilitar su análisis. El instrumento de entrevistas aplicación a: (1) jóvenes, y (2) adultos. En total se realizaron 49 entrevistas, 24 a jóvenes y 25 a adultos, respectivamente (ver **Anexo 3**). Cabe indicar que la mayor parte de las entrevistas y el diálogo durante el trabajo de campo fue utilizando el idioma local, y en segundo plano el idioma español (la comunidad es bilingüe y utilizan principalmente la lengua nativa para su comunicación cotidiana).
5. **Procesos y grados de la DT –Perspectiva técnica.** Posteriormente se realizaron observaciones (perfiles) y muestreos de suelos en 12 sitios, y muestreos del cultivo principal, maíz, para estimar sus rendimientos en 8 sitios. El método utilizado para estimación de rendimientos de maíz fue mediante transectos dentro de parcelas⁵⁹. Asimismo, se realizaron descripciones de perfiles de suelo con base en el conocimiento local y con el conocimiento técnico. Para el conocimiento local se partió del enfoque de estudios etnoedafológicos desarrollado en México (Ortíz-Solorio *et al.*, 1994; Ortíz-Solorio, 1999). Para el enfoque técnico de estudio de suelos en campo se utilizaron los procedimientos convencionales (FAO, 2009).

⁵⁹ Con base en los procedimientos de Ovington (1963) y Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), adaptados por Parra (1981).

Se recolectaron muestras de suelo de cada perfil. La determinación de textura fue hecha en campo (al tacto), mientras que la humedad fue estimada por el método gravimétrico en laboratorio (con muestras a humedad de campo). También se recolectaron algunas muestras de plantas silvestres representativas para su identificación taxonómica⁶⁰. Las muestras (suelo, plantas y maíz) se procesaron en laboratorio para su posterior análisis. Las mediciones de laboratorio para muestras de suelo fueron: materia orgánica y pH⁶¹, por considerarse los indicadores básicos de calidad del suelo. En cuanto a la actividad forestal, se hizo un muestreo (conteo rápido) de los talleres artesanales dentro de la comunidad, con el propósito de estimar la importancia económica y social de dicha actividad.

6. **Cartografía – Mapas de cobertura.** Con uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota (PR) es posible reconstruir con cierta precisión las modificaciones del uso del suelo durante los últimos 26 años, haciendo uso de imágenes de satélite, datos disponibles para los años 1986, 1996, 2011 y 2015 (Lansat TM, excepto para 2015 que fue LANSAT ETM+)⁶². Lo anterior permitió hacer un análisis del incremento o decremento de las coberturas vegetales y naturales, y con ello localizar los sitios que han estado sujetos a fuertes dinámicas de transformación, como procesos de deforestación, de alteración de coberturas vegetales, de sustitución de áreas de bosque o de agricultura temporal a otros usos, así como de suelos agrícolas a urbanos, entre otros. Pero también permite localizar aquellos otros sitios que durante este periodo han permanecido con sus mismas coberturas, lo que sugiere procesos naturales estables.
7. **Análisis de la información.** La información obtenida mediante entrevistas fue clasificada y analizada con base en frecuencias de respuestas. Se utilizó el enfoque de análisis de contenido el cual es especialmente útil en investigaciones de fenómenos complejos donde se requiere la interpretación de respuestas a partir de frases o palabras (Cáceres, 2003; Porta y Silva, 2003) como en las entrevistas de este caso. Este análisis se realizó manualmente con ayuda de hoja de cálculo Excel. Posteriormente, la información sobre percepción local de la DT, codificada

⁶⁰ La identificación de plantas fue hecha por la M.C: Consuelo Medina en el CIGA-UNAM.

⁶¹ Estos datos fueron analizados en el Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo, y cubierto el costo con recursos del CIGA-UNAM (proy inv. Dr. Gerardo Bocco).

⁶² El procesamiento de imágenes de satélite fue realizado por el M. C. Ignacio González Gutiérrez, estudiante de doctorado del CIGA.

en frecuencias, fue analizada por temáticas tomando como modelo el esquema DPSIR (Factor - Presión – Estado – Impacto – Respuesta). Para el caso de los datos técnicos de características de los suelos y rendimientos de maíz se utilizaron algunas pruebas estadísticas como la Prueba de U de Mann-Whitney para validar diferencias. Con relación a las muestras de plantas y suelos, estas fueron enviadas a laboratorios respectivos y sus resultados analizados e interpretados con base en los procedimientos convencionales (INEGI, 2000).

8. **Escritura de tesis y artículos.** Con la información obtenida en las distintas etapas se redactó el documento final de tesis. Además, a partir del contenido en el “Marco Teórico y Conceptual” y de los “Resultados, primera parte”, se elaboraron algunos manuscritos los cuales ya fueron publicados como artículos (Pulido y Bocco, 2011; Pulido y Bocco, 2014 y Pulido y Bocco, 2016), y dos resúmenes en publicaciones más locales (Pulido y Bocco, 2013; Pulido y Bocco, 2014). La información remanente contenida en el capítulo de “Resultados y Análisis” será utilizada para la elaboración de al menos un manuscrito más.

Capítulo 5

RESULTADOS

5.1. Las actividades productivas en Comachuén

Las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, representan la base del sustento y alimentación de los pobladores de Comachuén. Esas actividades están íntimamente ligadas en espacio y tiempo (ver **Figura 5.1**).

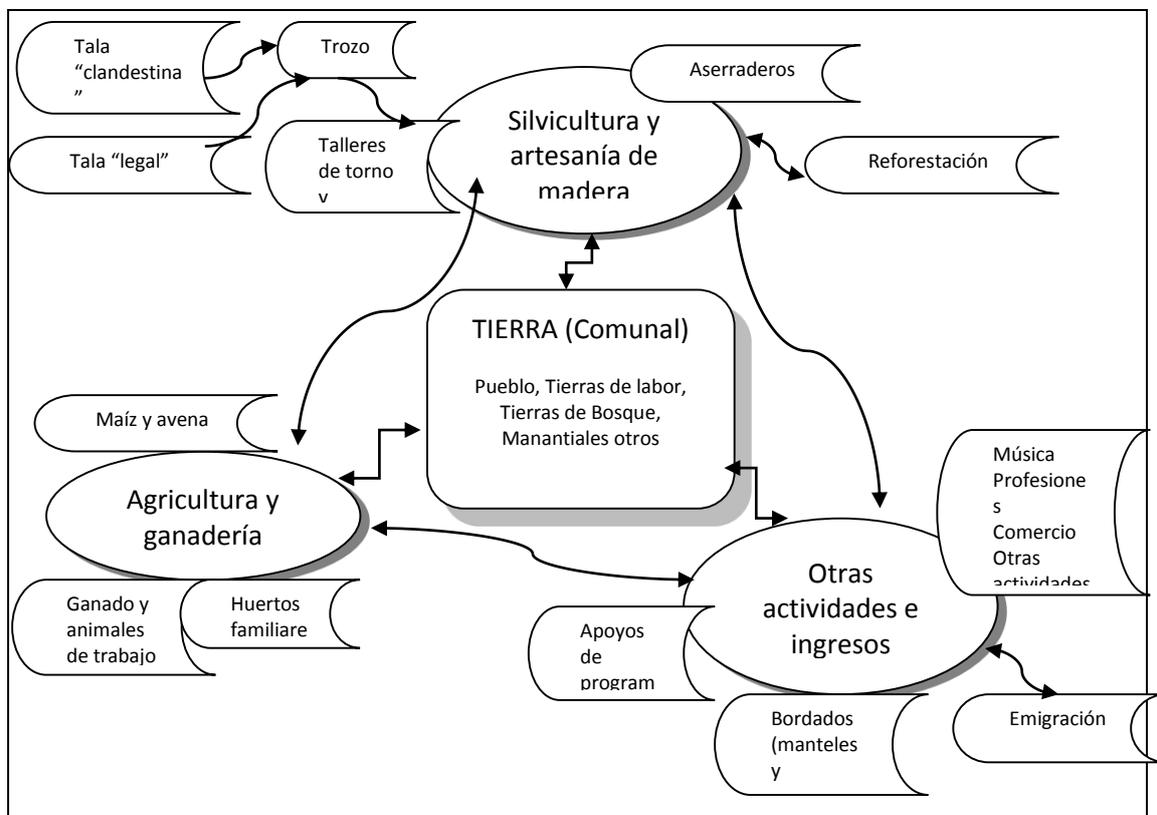


Figura 5.1. Esquema general de uso de la tierra y actividades productivas e ingresos económicos en la comunidad de Comachuén, Municipio de Nahuatzen, Michoacán. (2010). *Fuente:* Elaboración propia con base en trabajo de campo.

5.1.1. Agricultura y ganadería

En la comunidad de Comachuén, al igual que en la mayor parte de la Sierra Purépecha, el cultivo principal es el maíz, seguido de la avena, pero se cultivan otras especies como se muestra en el **Cuadro 5.1**. El maíz es para autoconsumo, tanto humano (tortilla y

Cuadro 5.1. Principales plantas cultivadas en campo y en huertos familiares en Comachuén.

Nombre común Español / Purépecha	Nombre científico	Variiedad	Usos
— Cultivos anuales nativos de México —			
Maíz / <i>Tsir'i</i>	<i>Zea mays</i> L.	Criolla, varias razas (Purrépecha, cónico, y chalqueño, principalmente)	Alimento humano, grano en múltiples alimentos y antojitos). Alimentación animal (grano y rastrojo).
Frijol / <i>T'asiin'i</i>	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Criolla	Alimento humano, en guisos o en tamales.
Calabaza / <i>Purhú</i>	<i>Cucurbita</i> sp.	Criolla	Alimento humano, como conserva y dulce.
— Cultivos anuales introducidos y adaptados (“acriollados”) —			
Avena / <i>Aven'a</i>	<i>Avena sativa</i> L.	Criolla y mejorada ⁶³	Alimentación de animales (forraje).
Trigo / <i>Trig'u</i>	<i>Triticum aestivum</i> L.	Criolla	Alimento humano, Forraje
Janamargo (ebo, ebol, nebo o veza común) / <i>Janamar'u</i>	<i>Vicia sativa</i> L.	Criolla regional	Forraje
Haba / <i>Jáasii</i>	<i>Vicia faba</i> L.	Criolla	Alimento humano, consumo en fresco, tostado o en guisos.
— Frutales nativos en huertos familiares —			
Capulín o “cereza” / <i>Shengu'a</i>	<i>Prunus serotina</i> subsp. <i>capuli</i>	Criolla	Consumo en fresco, conservas
Aguacate ⁶⁴ / <i>Cupand'a</i>	<i>Persea americana</i> Mill.	Hass	Para autoconsumo y venta ⁶⁵ .
— Frutales exóticas adaptadas en huertos familiares —			
Manzana / <i>Mantzánasi</i>	<i>Pyrus malus</i> L.	Criolla regional	Fruta para autoconsumo.
Pera / <i>Pérasii</i>	<i>Pyrus communis</i> L.	Criolla regional	Fruta para autoconsumo
Durazno / <i>Turás'u</i>	<i>Prunus persica</i> L.	Criolla	Fruta para autoconsumo
Ciruela / <i>Cirihuel'a</i>	<i>Prunus domestica</i> L.	Criolla	Fruta para autoconsumo
— Plantas medicinales representativas en huertos familiares —			
— (Huitzaku'a ambákitarakuech'a) —			
Hierbabuena / <i>Putsútisii</i>	<i>Mentha spicata</i>	Criolla	Medicina tradicional y condimento
Manzanilla / <i>Mangsanill'a</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>	Criolla	Medicina tradicional
Ruda / <i>Rud'a</i>	<i>Ruta chalepensis</i>	Criolla	Medicina tradicional

muchos productos más) y en segundo término para alimentación de ganado y animales de trabajo. Tiene también un uso ceremonial, en las fiestas tradicionales. Se aprovecha tanto el grano como las hojas y tallos (rastrojo). Las vainas u hojas del tallo así como las brácteas u hojas de la mazorca se emplean para la envoltura de tamales y *corundas*. Para

⁶³ Además de semilla de avena criolla, algunos agricultores también emplean la var. Chihuahua.

⁶⁴ Planta nativa de México, variedad mejorada en EUA.

⁶⁵ El aguacate se cultiva en poca superficie, en tierras agrícolas, fuera de los huertos familiares, ya que por ser de clima cálido no prospera bien en la parte fría, excepto en las parte sureste de clima templado (zona de conflicto agrario con la comunidad de Tingambato).

la producción de maíz se utilizan semillas criollas de diversas razas (Carrera-Valtierra et al., 2011) y de diversos colores (blanco, amarillo, azul, rojo y negro).

El cultivo de maíz se realiza bajo el sistema de humedad en dos ambientes o clases de tierra locales, “*tierras calientes*” y “*tierras frías*”. Al nivel local la altitud aproximada que divide a estas clases de tierras es de 2600 msnm, las primeras debajo de ese nivel. Los agricultores tradicionales de la región purépecha han utilizado por décadas, y algunos casos por siglos, un sistema de manejo de la tierra que consiste en la preparación de la tierra con tracción animal, el uso de semillas criollas, aplicación de estiércoles, y control manual de arvenses (Pulido y Bocco, 2003b). Sin embargo actualmente muchos agricultores utilizan **labranza mixta**; que consiste en “barbecho” con tractor, y siembra y escardas con yunta o tiro animal.

Aunque el uso de abonos orgánicos (principalmente estiércol de res y de borregos) ha sido una práctica importante en la agricultura tradicional, en la actualidad la mayoría de los productores utilizan fertilizantes, 18-46-00 (fosfato diamónico) y 20.5-00-00 (sulfato de amonio), al momento de la siembra (marzo-abril) o en la primera escarda (julio). Los abonos orgánicos son utilizados en bajas cantidades, principalmente porque ya no hay suficiente estiércol y porque representa “mucho trabajo” su acarreo y aplicación en las parcelas. El abono orgánico más utilizado es el estiércol de res acumulado en los establos caseros, si ningún procedimiento de composteo, salvo algunos volteos durante la limpieza del establo y al momento del acarreo. Solo algunos productores utilizan compostas de tipo convencional⁶⁶ o de tipo bocashi⁶⁷ que ellos mismos preparan a partir de los estiércoles. El sistema de cultivo es el llamado “de humedad” y que consiste en la siembra temprana (marzo y abril), aprovechando la humedad almacenada en el perfil del suelo, antes de la temporada normal de lluvias (junio en adelante). Los suelos predominantes (Andosol) al momento de la siembra tienen la suficiente humedad a una profundidad de 10 a 15 cm para permitir la germinación de la semilla. El calendario agrícola es similar al de otras comunidades de la región (Arroyo et al., 2001; Pulido y Bocco, 2003), aunque en los últimos años ha variado un poco, sobre todo en retraso de la fecha de siembra,

⁶⁶ Se denomina composta convencional al abono orgánico derivado de la mineralización controlada de residuos orgánicos, en este caso de estiércol de res. Puede tardar de tres a seis meses en estar listo.

⁶⁷ Composta que se prepara con adición de levaduras y otros ingredientes que aceleran la mineralización de los residuos orgánicos. Puede tardar de dos a tres semanas en estar listo.

debido a que no todos preparan la tierra después del período de lluvias como se hacía “antes”. En el sistema de humedad existen variantes con base en la frecuencia de cultivo: el subsistema de “año con año” y el de “año y vez”. Este último consiste en dejar “descansar” a la tierra por un ciclo⁶⁸, período en el que la tierra se utiliza para pastar el ganado.

La avena es el segundo cultivo en importancia en cuanto a superficie. Se destina exclusivamente para alimentación del ganado y es el alimento básico para los animales de trabajo. Se cultiva en rotación o intercalado con el maíz. Se emplean semillas criolla y mejorada (var. Chihuahua). De acuerdo a los productores, los rendimientos de la variedad criolla son menores pero las plantas son más resistentes a las condiciones ambientales que la semilla mejorada. Por ser gramínea, la avena extrae nutrientes de manera similar al maíz, y no proporciona nutrientes vía fijación simbiótica, salvo una pequeña proporción (no estimada) de biomasa derivada de las raíces y de la base de los tallos que se dejan en las parcelas después de la cosecha. Por esta razón se considera una rotación no adecuada.

Existen otros cultivos que actualmente se siembran muy poco. El trigo fue un cultivo importante en la región y en la comunidad hasta principios de los 70's del siglo pasado. Fue utilizado para la elaboración de pan, tortilla y otros alimentos. Actualmente se está tratando de reintroducir por un grupo de productores que buscan la sostenibilidad de la agricultura local. El frijol (de guía) fue un cultivo que tradicionalmente se asoció al maíz en la milpa pero actualmente se cultiva muy poco y sólo en pequeñas superficies donde hela menos. Una limitante ambiental para el cultivo de frijol es el clima relativamente frío. El janamargo o veza (*Vicia sativa* L.) se siembra en rotación con el maíz y la avena, para propósitos de forraje, en tierras donde hay buena humedad, pero se siembra poco, principalmente por el costo de la semilla. El haba se siembra escasamente, sólo en solares o huertos familiares. Esta leguminosa requiere buena humedad, pero es uno de los cultivos potenciales por su valor nutricional y por el alto precio del grano seco. Estos tres cultivos leguminosos (frijol, *janamargo* y haba) representan buenas opciones para rotación o asociación de cultivos debido a su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. La calabaza y el chilacayote se siembran poco en asociación con maíz. Su cultivo es más frecuente en huertos familiares o solares. Son complemento de la dieta alimentaria, en fresco o

⁶⁸ La lógica de los productores es que con el “descanso”, que sería como un barbecho corto, la tierra recupera su fuerza, es decir su fertilidad.

preparado como dulce (conservas). Entre las ventajas de la siembra de calabaza se pueden mencionar que las hojas controlan el crecimiento de arvenses (“malezas”), las flores son comestibles y los frutos pueden ser utilizados tanto para consumo humano como para animales.

Los frutales han sido parte importante de los huertos familiares o de “traspatio” y en algún tiempo, hasta la década de los 70’s del siglo pasado, Comachuén era conocido por su producción de manzanas en huertos caseros. Llegó a ser un símbolo de la comunidad (trueque o intercambio en especie entre comunidades). Sin embargo estos huertos casi han desaparecido principalmente debido a que los solares, antiguamente de dimensiones amplias, han sido fraccionados para dar cabida a la construcción de casas de los descendientes en cada familia. La superficie de la población, o asentamiento humano, ha aumentado poco, y más bien los solares, o predios habitacionales, albergan más familias que antes. Por esta razón, principalmente, son escasos los huertos familiares que se conservan. Aun así, los huertos que persisten se muestran diversificados, consistiendo de una gran variedad de especies frutícolas y de hierbas útiles, estas últimas son de uso medicinal o con propiedades aromáticas. Los huertos pueden ser considerados un reservorio de la biodiversidad vegetal y una expresión del conocimiento local.

Otros frutales importantes, pero que se siembran poco son la pera y el membrillo, el durazno y la ciruela. El aguacate no es típico de esta comunidad ya que requiere temperaturas más altas. Sin embargo, en la porción sur, donde el clima es menos frío, puede prosperar bien, y de hecho en los últimos años se ha estado cambiando el uso del suelo por personas que no son de la comunidad, y en algunos casos también de la propia comunidad, justo en el área en conflicto agrario con la comunidad mestiza de Tingambato.

En cuanto a la ganadería, en la comunidad de Comachuén coexisten el ganado y los animales de trabajo. Se compone de ganado vacuno básicamente, aunque algunos productores tienen borregos. Los hatos varían desde 5 a 20 cabezas, y son de doble propósito (carne y leche). En menor proporción se tienen hatos de ganado lanar y caprino. La alimentación es principalmente de tipo “trashumante”, aprovechando los esquilmos de las parcelas agrícolas y los pastos naturales en tierras “en descanso” y en el monte (bosque). Complementan su alimentación con avena y maíz. El manejo tradicional consiste en que durante el día se llevan a pastar al campo y por las tardes se regresan a

los pequeños establos ubicados dentro de los solares. Solo en algunos casos el ganado se deja en los predios agrícolas. No se menciona el abigeato (robo de ganado) como un problema ya los animales no se dejan en el campo, y al mismo la misma comunidad cuida que no ocurra dicho fenómeno social. Un aspecto a resaltar es que la crianza de animales ha disminuido, tanto por factores externos como internos, por lo que los hatos son relativamente pequeños⁶⁹. También se tienen animales de trabajo; para labores agrícolas y transporte de materiales y personas. El transporte tradicional utilizado en el trabajo de campo es una carreta jalada por yunta de bueyes o caballos (dos tipos de carreta diferentes). Comachuén es una de las comunidades purépechas donde coexiste el uso de la tracción animal (yunta de bueyes) y la tracción mecánica (tractores y automotores).

5.1.2. Aprovechamiento del bosque y el trabajo de la madera

En cuanto al aprovechamiento del bosque, Comachuén es proveedor de materia prima para la elaboración de muebles y artesanías. Es decir, en general no se elaboran muebles o artesanías terminadas, ya que eso lo hacen personas de comunidades vecinas tales como Turícuaro, Arantepakua, Pichátaro, Capacuaro, Sevina y la cabecera municipal, Nahuatzen. También se realiza comercio con Quiroga y otras ciudades de Guanajuato. Este aprovechamiento se da en tres etapas: (1) corte de árboles; (2) aserrío, y (3) elaboración de piezas para muebles (torneado). Los instrumentos modernos introducidos en las dos últimas décadas son la motosierra, la sierra-cinta y el torno. De acuerdo a los productores la introducción de estas herramientas facilitó la “explotación desmedida del bosque”. Sin embargo, como se discutirá más adelante, existen otros factores que han fomentado esa explotación. El aprovechamiento maderable del bosque inicia con el derribo de árboles, y después con el acarreo de trozos de madera lo cual se hace en carretas tiradas por bueyes o caballos. Una vez que la madera está en el pueblo, es canalizada a los talleres locales donde es procesada para su venta (ver **Figura 5.2**).

En el **Cuadro 5.2** se muestra una estimación de los talleres y aserraderos que existen en la comunidad. Como se puede apreciar, existe un total de 85 talleres de torno, los cuales elaboran piezas torneadas para la elaboración de muebles y artesanías (patas de silla, jugueteros y otros). Existen también 17 aserraderos donde realizan el corte (aserrío) de

⁶⁹ Los agricultores comentan que hace unos treinta años el ganado (lanar y vacuno) se pastaba en el campo y se dejaba en potreros donde utilizaban un sistema de rotación interna.

los trozos de madera para convertirlas en tablas y barrotes. En total se estima que el trabajo en el corte y procesamiento de madera están directamente involucradas 210 familias (hogares) de un total de 993 familias en todo el pueblo, lo que equivale al 21.1% (ver **Anexo 4**). Se puede suponer que esta actividad económica impacta de manera directa o indirecta a la economía de toda la comunidad. Los productos de madera que se elaboran en la comunidad son rústicos, sin acabados, y con madera no estufada, lo que los hace ser de baja calidad y por lo tanto son comercializados a bajo precio.

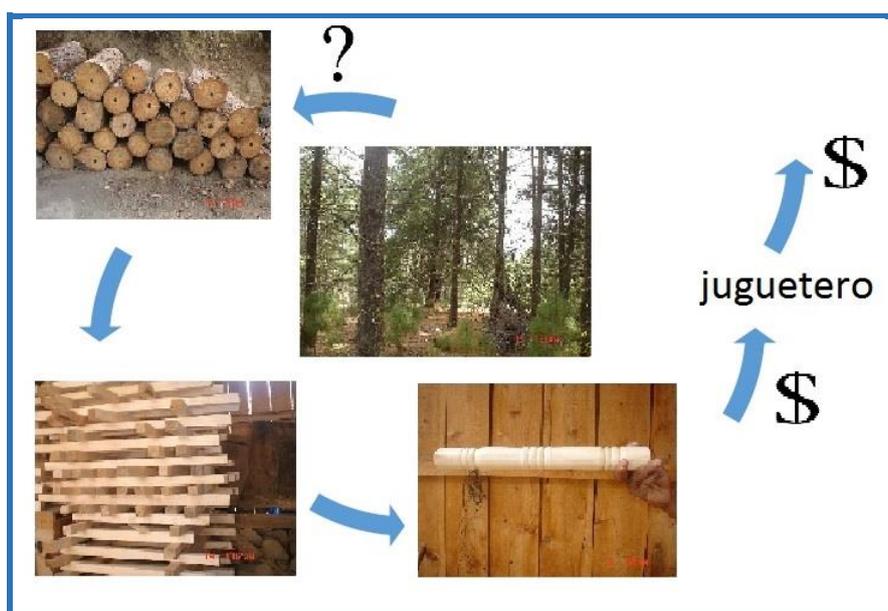


Figura 5.2. Esquema general de principal aprovechamiento del bosque en Comachuén

De acuerdo a información de los productores, la madera torneada y las patas de silla se venden a compradores que llegan de Quiroga, en tanto que una gran parte de la madera se vende a compradores particulares de la comunidad de Capacuaro, los cuales la compran “en rollo”. Dicha comunidad tiene acceso al mercado regional por estar a pie de carretera donde expenden muebles rústicos (normalmente sin acabados) de diferente clase. Consideran que “esa demanda de madera” es la que más ha propiciado “el corte clandestino de árboles” en Comachuén.

Cuadro 5.2. Tipos y número de talleres familiares que trabajan madera en Comachuén (2009).

Calle	Barrio	Taller de torno	Aserradero	Carpintería	Artesanía	Tallado de pilares
Ignacio Zaragoza	De Arriba	7	0	0	0	0
Matamoros	"	12	3	1	1	1

Vasco de Quiroga	"	13	3	0	0	0
Morelos	"	16	7	0	0	0
Emiliano Zapata	De Abajo	13	1	2	0	0
Revolución	"	11	2	1	0	0
Independencia	"	8	1	0	0	0
TOTALES		85	17	4	1	1

Fuente: Elaboración propia con base en trabajo de campo

Nota: La estimación fue hecha en mayo de 2009.

Un aspecto importante a señalar es que el recurso forestal maderable está muy fragmentado y de acuerdo a la opinión de los pobladores no se está reforestando lo suficiente para reponer lo que se corta año con año. El problema más evidente se puede observar en el predio comunal llamado “El Pinar” (*Pinurisi*, en purépecha). Son pocas las superficies que mantienen una cobertura de bosque conservada. Muchos de estos predios se consideran de propiedad privada aunque en realidad es un derecho de usufructo pero no de propiedad ya que siguen siendo terrenos comunales. En estos casos los predios son protegidos con cerca de alambre. Otras áreas conservadas se encuentran al pie del Cerro de La Virgen, a una distancia relativamente corta, entre 1 y 5 km del poblado.

5.1.3. Otras actividades productivas

Músicos y oficios diversos

Además de la agricultura, la ganadería y la explotación del bosque ya mencionadas, existen otras actividades económicas diversas que también son importantes las cuales complementan los ingresos para el sustento familiar. Entre éstas se pueden mencionar las siguientes: (1) Orquestas y bandas de música de viento. La música forma parte importante de las tradiciones y cultura de los purépechas. El aprendizaje en la ejecución de algún instrumento se desde temprana edad, en la niñez o en la juventud. La transmisión del conocimiento se da de manera práctica, pero también reciben capacitación teórica. Las bandas tienen demanda de empleo en distintas partes del estado y de otros estados. Su música abarca melodías tradicionales y populares, y actualmente se observa un cambio que consiste en una mayor preferencia por la música comercial, principalmente por los integrantes jóvenes, debido a que es más demandada en los eventos al nivel de la región. Un dato curioso es que en las bandas de música y en las orquestas solo participan hombres. (2) Otras actividades diversas están presentes pero de manera minoritaria, entre

las cuales se pueden mencionar algunas profesiones como ingenieros, historiadores, filósofos, abogados, profesores de educación básica. Y además se ejercen de manera eventual diversos oficios como jornaleros agrícolas, albañiles, etc.

Emigración

Emigración temporal o permanente, hacia el “norte” o hacia grandes ciudades del país (Guadalajara, Ciudad de México, Morelia, y otras) es un proceso no tan marcado como en otras poblaciones o regiones de nuestro país (mestizas principalmente). Sin embargo, la emigración tiene dos impactos frecuentes en la comunidad: (1) impacto benéfico en la economía local ya que a través de la remesas se sustenta parcialmente el gasto diario y la construcción de viviendas (normalmente no tradicionales); (2) los “emigrados”, como les llaman localmente a las personas que emigran, traen costumbres diferentes, de acuerdo a los que no emigran, que en ocasiones contrastan con la cultura local llegando a conflictos entre ellas.

La migración nacional e internacional no muestra algún efecto de “hibridación” de conocimientos, ya que los estilos de vida de los EUA y de la comunidad son muy contrastantes. De acuerdo a testimonios de productores, “allá todo se mecaniza y se tecnifica, hasta para cortar el pasto. Los alimentos se compran procesados, y para todo se requiere dinero en efectivo. Aquí todo se hace de manera manual y los sistemas de producción están poco tecnificados. El dinero que obtienen de la venta de su mano de obra aquí “apenas alcanza para sobrevivir”, tal vez para construir alguna vivienda, pero no se invierte para mejorar los sistemas de producción, solo para “reproducir” el sistema económico actual.

Otro aspecto que señalan los productores que no emigran es que muchos de los “emigrados”, principalmente los jóvenes, se acostumbran a “no trabajar si no hay una paga” lo que se manifiesta en la pérdida de interés en el trabajo de campo en la comunidad, porque lo consideran una “inversión” que les reditúa muy poco, en tanto que para los productores es una “inversión” gratuita para obtener el maíz que es el alimento básico, además de otros productos como los forrajes para el ganado y los animales de trabajo.

De este modo, en la comunidad se aprecia un círculo vicioso de “pobreza-degradación”, “degradación-inacción” donde los recursos económicos provenientes de la emigración no han contribuido a un mejoramiento de su sistema productivo, o es insuficiente para una solución del problema.

5.2. Conocimiento local de los recursos de la tierra

5.2.1. Tierra y unidades de paisaje

Concepto local de tierra

Los productores de Comachuén utilizan el concepto de tierra (*echer'i*, en lengua purépecha) para referirse a distintas entidades. Como se indica en el **Cuadro 5.2.1**, *echer'i* es un término polisémico pues lo mismo es utilizado para referirse a la Tierra, como a una región, a un territorio, una parcela, a una porción de suelo (por ejemplo un puñado) o incluso al suelo en su condición de polvo. Al igual que en algunos trabajos reportados (Barrera-Bassols et al., 2009; Ortiz-Solorio y Gutiérrez-Castorena, 1999), los agricultores utilizan el término de tierra en un sentido integrador y no como equivalente del concepto de suelo de la ciencia occidental.

Los productores dividen su territorio, conceptualmente y en la práctica, de diversas maneras: en zonas y áreas climáticas, parajes y clases de tierra, utilizando criterios de diferenciación tales como; ubicación, orientación, historia, pertenencia, usos, características físicas, suelos, geoformas, etc. En la literatura científica estas unidades pueden ser llamadas: unidades de paisaje (Infante-Ramírez et al., 2014; Lara-Ponce et al., 2013; Roba y Oba, 2009; Sánchez et al., 2007); unidad de percepción del paisaje (LPU, por sus siglas en inglés) (Campos et al., 2011); unidades campesinas de paisaje (Aguirre, 2010; Pulido y Bocco, 2003b), hábitats (Babai y Molnár, 2013; Gilmore et al.,

Cuadro 5.2.1. Significados del concepto tierra (*echeri*) en la lengua purépecha.

Purépecha	Español	Comentarios / significado
<i>Echeri, parákpini</i>	Tierra, mundo	Para referirse al planeta Tierra, al mundo Ej. <i>Ekani ji shú echerini andájpínujka</i> - “cuando llegué (nací) a este mundo”
<i>Echeri</i>	territorio	Identidad y pertenencia. Ej. <i>Jiníani juchú echerio</i> - “allá en mi tierra”

<i>Echeri</i>	tierra, predio o parcela	Una porción del territorio. Ej. <i>Indé echeri juchítit'ii</i> – “esa tierra (parcela o predio) es mía”
<i>Echeri</i>	Terreno, suelo	Equivalente aproximado del concepto técnico de terreno y suelo (ecosistémico) Ej: <i>I echeri ambákijit'i</i> – “esta tierra es de buena calidad”
<i>Echeri, t'upuri</i>	suelo, polvo	Suelo en el sentido físico o material Ej. <i>Porhéchiich'a echeriri ungasind'i</i> – “las ollas se elaboran con tierra (suelo, lodo)”

Unidades de paisaje locales

2010); unidades ambientales (Luna-José y Rendón-Aguilar, 2012); ecotopos (Riu-Bosoms et al., 2014), las cuales tienen un propósito utilitario y/o sociocultural al nivel local y tienen su origen en la interacción humano-naturaleza cotidiana.

Como se muestra en la **Figura 5.2.1**, de acuerdo a la información obtenida en campo y a la interpretación técnica, se encontraron cuatro categorías o niveles de diferenciación de unidades de paisaje, con base en la escala geográfica, agrupadas de la siguiente manera:

- (1) **Nivel regional.** En este nivel se identifican dos tipos de tierras, equivalentes a los que conocemos como regiones, la *tierra fría* y la *tierra caliente* (en singular), y el criterio de diferenciación es el clima. La Tierra fría se denomina de manera genérica a toda la región montañosa, o Sierra purépecha. Para los comachuenses la *tierra caliente* incluye la zona semicálida húmeda y el trópico seco. En este sentido Comachuén se encuentra en mayor parte en la *tierra fría*, excepto una pequeña porción al sur que colinda con Tingambato (justo donde existe litigio entre ambas comunidades).

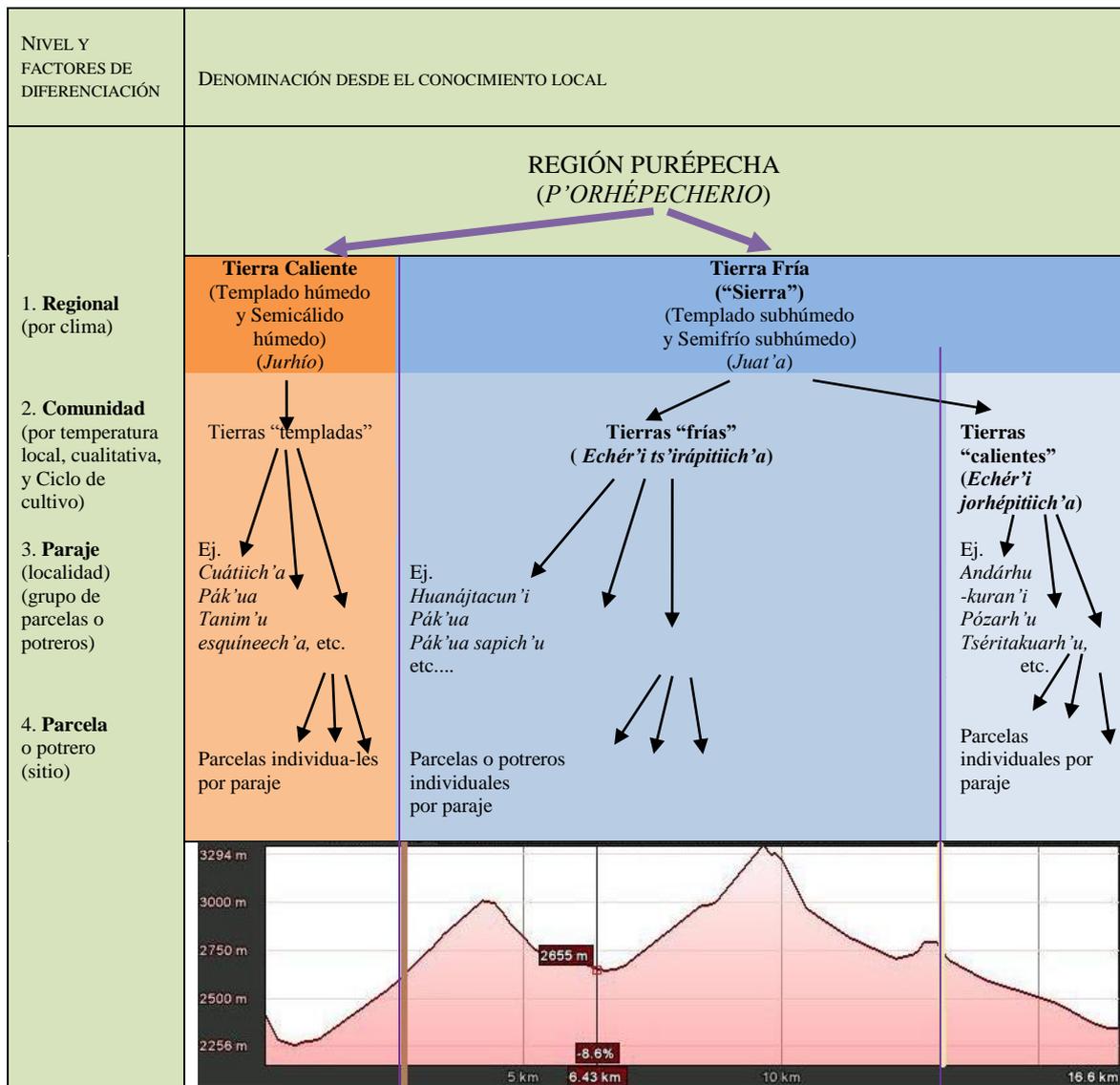


Figura 5.2.1. Transecto esquemático de diferenciación de unidades de paisaje a distintas escalas desde la perspectiva local en Comachuén, Michoacán, México.

- (2) **Nivel de comunidad.** Esta diferenciación se da al interior de la comunidad y se basa en la altitud y temperatura. Se reconocen las *tierras frías*, que son las partes más altas (aproximadamente arriba de 2700 m de altitud y tiene implicaciones prácticas para los agricultores en que el ciclo del maíz es más largo y las heladas son más intensas y frecuentes. Las *tierras calientes* (en plural) se encuentran las partes más bajas de la comunidad (debajo de 2700 msnm).
- (3) **Nivel de paraje.** Corresponde a unidades de tierra más o menos homogéneas, como un llano, una ladera o un cerro. Agrupa a parcelas o potreros. Los parajes sirven de criterio para diferencias y reconocer las diversas áreas que conforman las tierras de la comunidad. El nombre de los parajes es único (propio) y su

propósito es para identificar cada lugar. Esta tipificación es totalmente utilitaria y similar en este caso a lo reportado para la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (Pulido y Bocco, 2003). De acuerdo al **Cuadro 5.2.2**, se identificaron 55 parajes, no descartando que con un trabajo más profundo se pudieran identificar algunos más.

- (4) **Nivel de parcela o predio.** Es el nivel más detallado de sitio (parcela, predio o potrero). Aquí cada sitio tiene su nombre propio. Normalmente se lo asigna el poseedor de la parcela.

Tipos y clases de tierras

Partiendo de la interpretación del conocimiento local, las tierras de Comachuén son clasificadas por tipo y por calidad.

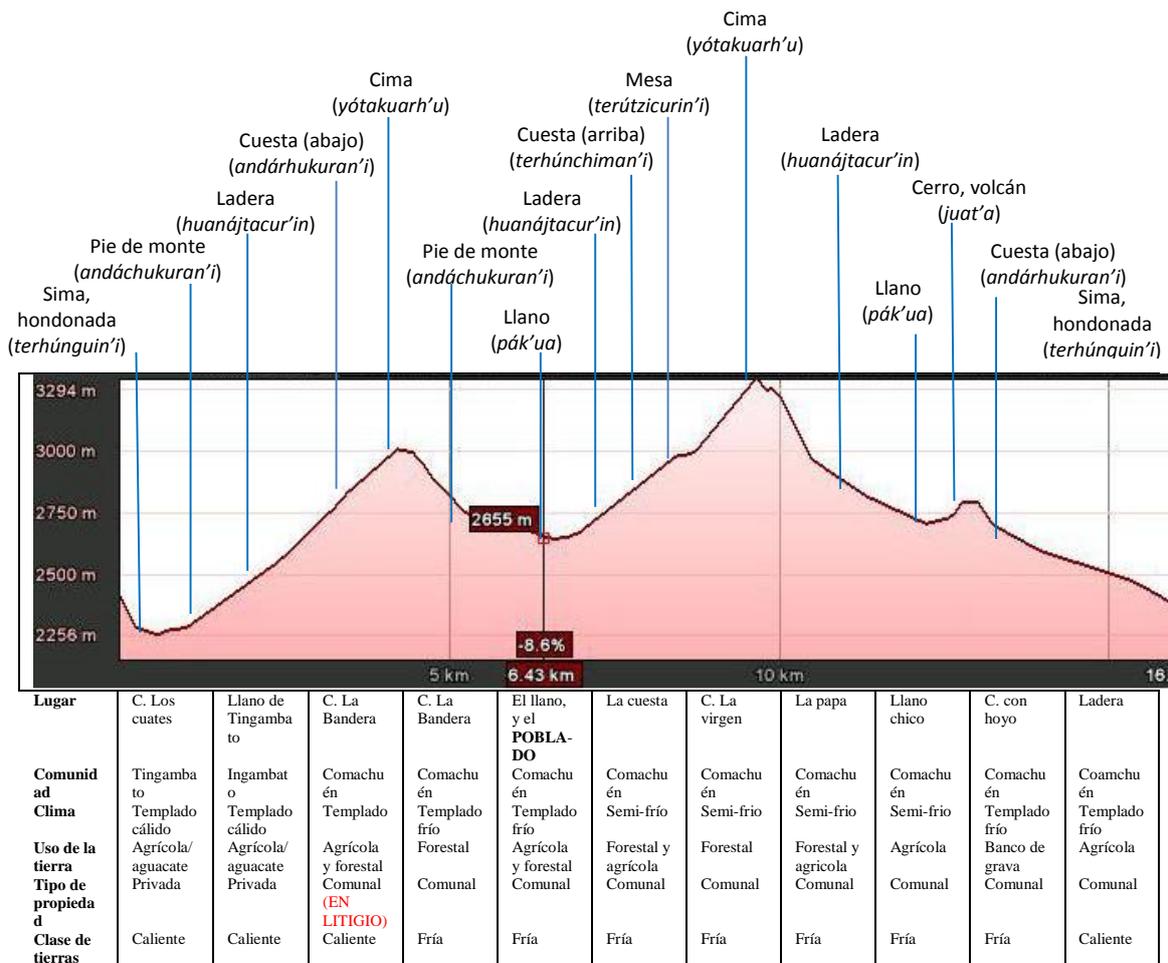


Figura 5.2.2. Perfil fisiográfico y principales unidades geomorfológicas identificadas en el conocimiento local de Comachuén.

Cuadro 5.2.2. Nombres de parajes o unidades de tierra locales (Nivel 3) en la comunidad de Comachuén.

No.	Nombre en purépecha	Significado en español (literal)	Atributos o comentarios
1	<i>Huanájtakun'i</i>	“Ladera que rodea el cerro, pie de cerro”	Ladera al este del C. La Virgen
2	<i>Juat'a sapich'u</i>	“Cerro chico”	Cerro
3	<i>San Miguel'i</i>	“Cerro San Miguel”	Cerro
4	<i>Isii jimbághui</i>	“Agua nueva”	Manantial
5	<i>Apúpin'i</i>	“Lugar tendido o acostado”	Se dice <i>apójpini</i> . (<i>Apúpini</i> .- Esta palabra ya no es usual?)
6	<i>Isii charák'ua</i>	“Agua que truena”	Manantial
7	<i>Huitsiik'ua</i>	---se desconoce----	Manantial
8	<i>Llahuan'i juat'a</i>	“Cerro lejano”	Cerro
9	<i>Guárhio</i>	“Lugar de la virgen”	Lugar
10	<i>Cañádarh'u</i>	“La cañada”	Barranca grande
11	<i>Tzaráp'u</i>	---se desconoce---	Cerro
12	<i>Juat'a sapíich'a</i>	“Cerros chicos”	Cerros
13	<i>Tinghághuio</i> <i>xagháarh'u</i>	“Camino a Tingambato”	Antiguo camino de arriería a Tingambato
14	<i>Pák'ua</i>	“El llano”	En tierra fría de Comachuén
15	<i>Pínurh'u isii</i>	“Los pinos (El pinar)”	Tierra comunal
16	<i>Bander'a juat'a</i>	“Cerro La bandera”	Cerro
17	<i>Q'uerénd'a</i>	“La Peña”	Lugar ubicado en la cima del C. La bandera
18	<i>Páku'a</i>	“El llano”	(<i>Turhikuar'u ka T'ing'ag'uiio</i>)
19	<i>Tánim'u</i> <i>esquinarhu</i>	“Las tres esquinas”	Lindero de tres comunidades
20	<i>Kuátiich'a</i>	“Cerros cuates”	Lo refieren como uno de los vértices originales del territorio comunal de Comachuén, ahora en posesión de Tingambato)
21	<i>Krúciharh'u</i>	“En las cruces”	Lugar de las cruces?
22	<i>Tinghághuio</i>	“Donde se acumula el calor”	Tingambato (poblado)

23	<i>Yáatarh'u</i>	“En la yákata”	Lugar donde existió una <i>yácata</i> (estructura arqueológica purépecha)
24	<i>Siipío</i>	---se desconoce---	Manantial
25	<i>Tzótzirhu</i>	“Lugar de agua fresca”	Manantial
26	<i>Kond'u</i>	“Lugar amplio, pie ancho”	Manantial
27	<i>Huéra'ti</i>	“Lugar donde brota algo”	Manantial (--principal--)
28	<i>Krúcirh'u</i>	“En la cruz”	Lugar de La cruz
29	<i>Isií charákua (2)</i>	“Agua que truena” (2)	Manantial
30	<i>Sapindi pák'ua</i>	“Llano chico”	Llano de <i>tierra fría</i>
31	<i>Jurhíngskuarh'u</i>	“La rodilla”	Lugar
32	<i>T'urikuarh'u xangárh'u</i>	“Camino a Turícuaro”	Camino de arriería
33	<i>Achao</i>	“Lugar del Señor”	Se refiere a un hombre amo de ese lugar, de acuerdo a la historia local (ver Sebastián, 2010a)
34	<i>Huéraman'i</i>	“En la salida del pueblo”	Junto a camino de arriería a Turícuaro
35	<i>Jarándi Xangarh'u</i>	“Camino a Arantepakua”	Camino de arriería hacia la comunidad de Arantepakua
36	<i>Pachang'a juat'a</i>	“Cerro pachanga”	Proviene del nombre de una hierba (¿)
37	<i>Pózarh'u</i>	“El pozo”	Manantial (antiguo)
38	<i>Zaárkurh'u</i>	“Lugar de agua zarca”	Manantial
39	<i>Andárhukuran'i</i>	“Laderas cuesta abajo”	Laderas al pie del lado poniente del C. la Virgen, en los límites con Nahuatzen y Arantepakua
40	<i>Nahuatzin xangárh'u</i>	“Camino a Nahuatzen”	El nombre antiguo era <i>Karhasii kótsii</i> = tejocote frondoso
41	<i>Sharár'i k'undi</i>	“Encino roble pando”	Lugar junto a carretera a Sevina
42	<i>Tzakapu játsiik'ua</i>	“Lugar de piedras”	Lugar, cima del cerro

43	<i>Jarhátsiin'i</i> (<i>juata?</i>)	“Cerro con hoyo”	Corresponde a un cono volcánico (cinerítico)
44	<i>Pák'ua sapich'u</i>	“Llano chico”	Se ubica en ladera poniente del c. La Virgen
45	<i>Pápasiirh'u</i>	“Lugar de la papa”	Donde se cultivaba papa
46	<i>Tkúmburh'u</i>	“Lugar de pinabetes”	Lugar de oyameles
47	<i>Medidarh'u=</i> <i>Tzéritakuarh'u</i>	“Las medidas”	Lugar donde midieron las tierras
48	<i>Canter'a juat'a</i>	“Cerro La cantera”	Cono volcánico al pie (lado poniente) del C. La Virgen.
49	<i>Churhípurh'u</i>	“Lugar del caldo (de res)”	Nombre de un predio, refiere a una anécdota familiar .
50	<i>Pák'ua</i> (<i>turhíkuaro</i>)	“Llano de Turícuaro”	Llano compartido con comunidad de Turícuaro
51	<i>Kurhíkuarh'u</i>	“El pajonal”	Lugar de pajonal, pasto de altura (<i>Mulhenbergia</i> sp.)
52	<i>Terínchiman'i</i>	“La cuesta”	Cuesta hacia el Cerro La Virgen (lado suroeste del cerro)
53	<i>Mes'a k'éri</i>	“Mesa grande”	Mesa entre cima del C. La Virgen y el poblado
54	<i>Parhícutin'i</i>	“Al otro lado”	Al lado izquierdo del camino hacia la comunidad de Turícuaro
55	<i>Mes'a sapích'u</i>	“Mesa chica”	Mesa

El tipo de tierra se diferencia por los atributos para uso agrícola. Se emplean los criterios siguientes: (1) por consistencia, si es muy suelta y polvosa cuando seca, entonces es *T'upur'i* (textualmente “polvo”); (2) por color del suelo superficial, si es oscura es *T'upur'i turhípit'i* (“negra”), si es parda amarillenta entonces es *T'upur'i tsiipámbit'i* (“amarilla”); (3) por textura, si es gruesa entonces es *Echer'i cutzar'i* (tierra arenosa); (4) si es arcillosa y color rojizo, entonces es *Charhand'a* (textualmente “suelo rojo”); (5) otros criterios, por ejemplo por ubicación en llanos y que recibe aportes, o por presencia de piedras. En el **Cuadro 5.2.3** se hace una descripción más detallada de los tipos y clases de tierras.

Cuadro 5.2.3. Tipos de tierra identificados desde el conocimiento local, con énfasis en el uso agrícola.

Tipo	Descripción	Clase o calidad (para uso agrícola)	Ubicación
<i>Echer'i terend'a</i> (tierra de monte)	Es lo que se conoce como mantillo o tierra de monte.	<i>Muy buena</i>	Se encuentra en el bosque. Es la tierra virgen o mantillo que proviene de la descomposición de la materia orgánica (hojas, ramas, etc.)
<i>T'upur'i turhípit'i</i> (Polvosa negra)	Tierra polvosa (cuando está seca), oscura, que guarda buena humedad, se encuentra en las partes altas (<i>tierras frías</i>) y planas	<i>Buena y corriente</i>	En algunas partes conserva buena fertilidad (p. e., partes bajas o llanos de <i>tierras frías</i>), en otras ya es muy pobre o “corriente” (laderas de <i>tierras frías</i>).
<i>T'upur'i tsiipámbit'i</i> (polvosa amarilla)	Tierra polvosa de color claro, que “guarda buena humedad” (alta capacidad de retención de humedad), se encuentra principalmente en laderas y lomeríos (de las tierras calientes)	<i>Corriente (sencilla) y buena</i>	La mayor parte <i>corriente</i> (es baja en fertilidad), porque ya se deslavarón o porque no se han trabajado bien, pero en algunas partes se considera buena (laderas “tierras calientes” y partes planas o pequeños llanos, por ej.)
<i>Echer'i cutzar'i</i> (Arenosa)	Tierras muy suelta o suave, con ceniza volcánica (<i>cutzar'i</i>)	<i>Corriente y buena</i>	Cerca de los cerros chicos (conos volcánicos) y en varias otras partes con deposición superficial de ceniza volcánica (por ej. cerro La bandera, y en el paraje <i>Andárhukuran'i</i>). También se presenta como capas del subsuelo (discontinuidad litológica).
<i>Tzacap'u</i> (pedregosa)	Hay muchas piedras, de las grandes, como en los <i>malpaíses</i> (derrames de lava) y en afloramientos de roca.	No es para labor, sino para monte (bosque o agostaderos)	Se encuentra principalmente en las partes altas de los cerros (La Virgen, La bandera y Tzarapo), o en los derrames de lava o <i>malpaíses</i> .
<i>Echeri yorhéquer'i</i> (<i>T'upur'i</i> de llano o creciente) (aluvión)	Tierras que reciben creciente del monte (aluviones).	<i>Buena</i>	En las bajadas de crecientes, donde termina el pie de monte e inician los llanos. En ciertas partes estas tierras se benefician de los aluviones (¡¡La erosión aguas arriba les beneficia¡¡¡)
<i>Charhand'a</i> (colorada)	Tierra chiclosa, guarda poca humedad, se encuentra en laderas y rampas de piedemonte	<i>Corriente</i>	En la porción sur del c. La Bandera y del C. de la Virgen (por la escuela), o en otras partes (dentro de <i>tierras calientes</i>) o como subsuelo (suelos enterrados)

Por su calidad, las tierras se clasifican en buenas y corrientes, lo cual se basa en su contenido de materia orgánica (*terend'a*) y por consecuencia su fertilidad. Las tierras buenas son las de mayor fertilidad y que producen buenas cosechas. Estas tierras se ubican en la mayor parte de las Tierras calientes. Las tierras corrientes, que son bajas en materia orgánica y fertilidad, se ubican en la mayor parte de las Tierra frías. Tanto en Tierras calientes como en Tierras frías se pueden encontrar tierras buenas y corrientes, pero la predominancia es como se ha indicado.

Conocimiento de flora y fauna

Durante el trabajo de campo se realizaron observaciones y muestreos de las plantas más representativas de las dos condiciones de uso más importantes en la comunidad: (i) uso agrícola, y (ii) uso forestal. Se realizaron algunos recorridos *ex profeso* guiados por productores cooperantes. En la mayor parte de los casos se anotaron los nombres locales, los usos tradicionales o actuales, su abundancia relativa, y algunas características especiales.

En el **Cuadro 5.2.4** se muestra una lista de las plantas más representativas que crecen en las tierras agrícolas y las forestales de la comunidad. No es un listado florístico, sino una muestra de las plantas más representativas, de acuerdo a los productores locales. Se hace énfasis en la valoración de la percepción local del cambio en la abundancia relativa de las especies vegetales y de su utilidad como indicadora de calidad de la tierra. Las indicadores de DT implican que a mayor abundancia, mayor es la degradación, en tanto que las indicadores de calidad implican que a mayor abundancia, la tierra es de mejor calidad.

Algunas plantas son conocidas por su capacidad para restaurar o abonar tierras, tales como los géneros *Baccharis* sp. y *Lupinus* sp. Otras plantas son conocidas como indicadores de calidad de tierras, tales como la aceitilla de flor blanca (*Bidens odorata* Cav.). Lo anterior muestra que los productores conocen y utilizan las plantas para diversos propósitos, y pueden ser útiles como indicadores de procesos de degradación/restauración.

Cuadro 5.2.4. Plantas herbáceas comunes en tierras agrícolas y forestales de la comunidad de Comachuén. *Fuente:* Elaboración propia.

Nombre común

(Español)	(Purépecha)	Nombre científico ⁷⁰	Descripción y usos
Aceitilla	<i>Cutzum'u tsipámbit'i</i>	<i>Bidens odorata</i> Cav. COMPOSITAE	De flor amarilla Arvense ("maleza"). Es una de las plantas más abundantes en las parcelas cultivadas con maíz. Las semillas se adhieren fácilmente al paso de las personas o animales. Se controla con labores de cultivo (deshierbe). Indicadora de calidad (tierras buenas).
Aceitilla (flor blanca)	<i>Cutzumo urápití</i>	<i>Bidens odorata</i> Cav. COMPOSITAE	De flor blanca Es invasora. Arvense. Crecimiento muy agresivo. Se considera como una "maleza" porque sus semillas se adhieren muy fácilmente a la ropa o pelo de los animales, especialmente durante las labores de cosecha. Indicadora de degradación (tierra corriente).
Bejuco de uva, uva silvestre	<i>Sürurhi, úvasii</i>	<i>Vitis tiliifolia</i> Humb. & Bonpl. VITACEAE*	Fruto comestible. Es una planta trepadora Indicadora de calidad (tierras de bosque).
Cenicilla o hierba de la gallina, damiana	<i>Cenecillu</i>	<i>Heliantenum glomeratum</i> (Lag.) Lag. CISTACEAE	Medicinal, para purga (Ref. Sr. Aureliano), ornato en altares
Elotilla, tamasúchil, lupino	<i>Tsiránguera-mani</i> (hoja y fruto seco)	<i>Lupinus campestris</i> Cham & Schlecht LEGUMINOSAE	Abono verde Para recuperar la fuerza (fertilidad) de la tierra. Crece de manera silvestre en el bosque y en tierras agrícolas en descanso. Indicadora de tierra en restauración.
Vara blanca	<i>Ánimeech'a tzitzik'i</i>	<i>Montanoa grandiflora</i> (DC.) Sch.Bip. ex Hemsl. COMPOSITAE****	Ornato
Hediondilla	<i>Kójkhurh'a</i> (con pubescencia en hojas)	<i>Roldana lineolata</i> (DC.) H. Rob. & Brettell	Antes se utilizaba para envolver pan y así prevenir de la deshidratación, y para darle buen aroma.
--Se desconoce---	<i>Kójkhurh'a</i> (Sin pubescencia en hojas)	<i>Senecio</i> sp.	No tiene uso específico.
Flor de San Miguel	<i>San Miguel'i tziitziik'i</i>	<i>Castilleja arvensis</i> Cham. & Schldl. ORABANCACEAE	Para ornato. Indicadora de calidad (tierra buena)
Helecho	---falta---	<i>Polypodium</i> sp.	Ornato

⁷⁰ La identificación de las muestras de plantas, tanto de bosque como de tierras agrícolas, fue hecha por la MC. Consuelo Medina en el CIGA-UNAM, Morelia, a menos que se indique otra cosa.

			Indicadora de calidad (tierra de bosque con buena humedad)
Hierba de la mula	<i>Múleer'i huitzaku'a</i> , o <i>muleer'i t'ireku'a</i>	<i>Stevia salicifolia</i> CAV ASTERACEAE***	Medicinal, para desinflamar por golpes y dolores reumáticos, y para limpias.
Huele de noche	<i>Shapíndiku'a</i>	<i>Cestrum anagyris</i> Dunal SOLANACEAE	Ornato
Jara china	<i>K'arhátaku'a kjer'i</i>	<i>Baccharis</i> sp. COMPOSITAE	Antes se usaba para hacer escobas rústicas. Crece como vegetación secundaria en tierras en descanso, o "abandonadas". Es común en los límites de las parcelas. Buena para restaurar tierras ya que crece como vegetación secundaria. Presente de manera preponderante en tierras que antes fueron cultivadas y se abandonaron o dejaron en descanso largo. Indicadora de tierra en restauración.
Jara lisa, jarilla blanca	<i>Tójktin'i</i>	<i>Senecio salignus</i> DC. COMPOSITAE*****	Crece como vegetación secundaria. Menos abundante que la jara china. Es muy común en los bordes de las parcelas o junto a las cercas. Para limpias.
Mirasol	<i>Sharhí kamat'a</i>	<i>Bidens aurea</i> (Ait.) Sherff---	Hierba (-) de Ornato Indicadora de calidad (tierra buena)
Musgos	<i>Teréndap'u</i>	<i>Polytrichum</i> Hewdd. spp.	Ornato Indicadora de calidad (tierra de bosque con buena humedad)
Perita	<i>Pérasii</i>	<i>Lopezia racemosa</i> Cav. ONAGRACEAE	Arvense, muy abundante en los maizales. No tiene uso específico. No afecta al cultivo.
Rábano silvestre, rabanillo	<i>Rában'u</i>	<i>Raphanus</i> sp.	Hierba de flores blancas. No tiene uso específico. "Antes no había" Indicadora de tierras degradadas.
Salvia, chía	<i>Azul tziipar'i</i>	<i>Salvia mexicana</i> L. var minor LABIATAE y	Melífera (néctar para abejas). Antes había más en las parcelas. Indicadora de calidad (tierra buena o de buena humedad)
Té nurite	<i>Nurhitin'i</i>	<i>Satureja macrostema</i>	Digestivo, se toma en infusión.
Vaina o nabo, mortaza	<i>Mortaz'a, shakuá mortaz'a</i>	<i>Brassica rapa</i> L. CRICIFERAE	Herbácea de flores amarillas. Alimento humano (hojas, como quelite). El fruto (vaina) sirve de alimento para pájaros. Abundante en los maizales. Indicadora de calidad (tierra con buena humedad)

Zacatón, pajonal	<i>Kurhuk'ua,</i> <i>Zurhímut'a</i>	<i>Muhlenbergia macroura</i> (H.B.K.) Hitc. GRAMINAE	Pasto alto que utilizaban para elaborar escobetas con su raíz que es fibrosa, y las hojas y tallos para techar casas. También de uso forrajero. Indica clima frío.
Zarza, zarzamora silvestre	<i>Siitun'i</i>	<i>Rubus</i> sp.**	Fruto comestible, cercos vivos.
Pegajosa	-----	<i>Conysa schediana</i> COMPOSITAE	No tiene uso específico

NOTA: Muestreados en los parajes *Huérman'i* y *Andárhukuran'i*, y corresponde a la clase “tierras calientes” (Año de muestreo, 2008): y en Transecto sobre la vertiente norte del Cerro “La Bandera”
Tipo de tierra: *fría*.

Nombres científicos. En los siguientes casos el nombre científico debe tomarse con reserva se registró por comparación desde las fuentes que se indican a continuación.

* De acuerdo a “Flora del Bajío y regiones adyacentes, Fam. ROSASEAE. INECOL, Pátzcuaro” (p. 49). --ver “Vitaceae131” en archivos.

**No fue muestreada, nombre científico por referencia de fuentes diversas.

*** De acuerdo a url: <http://miscosas.espanaforo.com/t462-stevia-azucar-natural>

****Ver foto de herbario en url:

<http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/21581?proyecto=Irekani>

***** Ver foto de herbario:

<http://unibio.unam.mx/irekani/handle/123456789/29959?proyecto=Irekani#tab1>

*****Cotejado en “Flora ilustrada de la RBMM”, p. 108 y 254.

Plantas de uso maderable. El conocimiento de local sobre las plantas es con base en su utilidad o algunas características. Por ejemplo, los pinos son conocidos por sus cualidades maderables o resineras, como se muestra en el **Cuadro 5.2.5**. Pero los usos directos son muy diversos, desde madera en tablas, leña, postes, ornamentales, medicinales y comestibles.

Fauna – cambios en su abundancia relativa. También se elaboró un listado de especies animales representativos y su abundancia relativa. En el **Cuadro 5.2.6** se indican algunas de las especies representativas así como algunos aspectos en cuanto a su importancia y utilidad como indicadores de degradación/conservación.

De acuerdo a la información recopilada en recorridos de campo, la abundancia de especies silvestres de animales se ha reducido en concordancia con la deforestación, es decir con la destrucción de su hábitat. Particular interés se pone al venado cola blanca, del cual refieren que antes (hace unos treinta años o más) era frecuente observar

Cuadro 5.2.5. Usos de las principales especies arbóreas y arbustivas de los bosques de Comachuén. *Fuente:* Elaboración propia.

Nombre común	Nombre purépecha	Nombre científico	Uso preferencial
--------------	------------------	-------------------	------------------

Pino chino	<i>Urhusii</i>	<i>Pinus leiophylla</i>	Resina, ocote
Pino canís	<i>Canisii</i>	<i>Pinus pseudostrabus</i>	Tablas, artesanía
Pino lacio	<i>P'ukuri</i>	<i>Pinus montezumae</i>	Tablas, artesanía
Pino ayacahuite	<i>P'ukuri turhísii</i>	<i>Pinus ayacahuite</i> Ehrenb. ex Schltld.	Tablas, artesanía, resina (introducido)
Pino ocote	<i>Tepu (tep-que)</i>	<i>Pinus psedostrobus</i> Lindl.	Resina, ocote
Encino liso	<i>Urhik'ua</i>	<i>Quercus laurina</i> Humb. & Bonpl.**	Leña, carbón cabos
Encino roble	<i>Sharari</i>	<i>Quercus</i> sp.	Leña, carbón, cabos, arados
Aile	<i>Pamu (tepamu)</i>	<i>Alnus</i> sp.	Tablas, morillos
Pinabete	<i>Tkunbu</i>	<i>Abies religiosa</i> (H.B.K.) Cam. & Schlecht.	Tablas, morillos
Cedro blanco	<i>Uapárhik'ua</i>	<i>Cupressus benthamii</i> S. Endlicher	Madera, postes, cercos vivos (introducido)
Madroño	<i>Panágsiini, madroñu</i>	<i>Arbutus xalapensis</i>	Artesanía de madera, fruto alimento de pájaros
Cerezo, capulín	<i>Sheng'ua</i>	<i>Prunus serotina</i> ssp. <i>capuli</i> (Cav.) McVaugh ROSACEAE*	Frutos, muebles y postes, cerco vivo
Tejocote	<i>Karhásii</i>	<i>Crataegus mexicana</i> DC. ROSACEAE*	Frutos, leña, postes, cerco vivo

* De acuerdo a "Flora del Bajío y regiones adyacentes, Fam. ROSACEAE. INECOL, Pátzcuaro" (p. 49).

** Otras fuentes de consulta.

individuos de esa especie en los bosques de su comunidad. Ahora es muy raro que lo vean, y solo en las áreas menos accesibles como el malpaís.

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores, existe un amplio conocimiento sobre plantas y animales presentes en las tierras de la comunidad. Algunas de las plantas han tenido usos tradicionales (por ejemplo, las flores), pero su empleo ha sido sustituido por flores de plástico. Otras continúan siendo utilizadas, como por ejemplo los musgos, y la

Cuadro 5.2.6. Animales que existen en el monte (Referidos para el Cerro de la Bandera y otras áreas de la comunidad).

Nombre en español	Nombre en purépecha	Nombre científico*	Paisaje o UTL donde es referido	Abundancia relativa	Descripción y Usos y Categoría
-------------------	---------------------	--------------------	---------------------------------	---------------------	--------------------------------

				(Actual)	(Extinción)?
Venado cola blanca	<i>Ashun'i</i>	<i>Odocoileus virginianus</i>	C. de la Bandera, y el malpaís	(-)	“Ya casi no hay” Para consumo humano. Indicador de bosque en buena condición---
Coyote	<i>Jiguatsi</i>	<i>Canis latrans</i>	Todos	(++)	“Ahora hay mucho más” Indicador de deterioro del bosque. Depredador de aves y ¿ganado menor?
Zorrillo	<i>K'uitsik'i</i>	<i>Mephitis macroura</i> **	C. La bandera, C. La virgen	(+)	Indicador de deterioro del bosque.
Gato montés	<i>Mith'u pap'u</i>	<i>Lynx rufus</i> **	C. La bandera, C. La virgen	(-)	Indicador de conservación del bosque
Liebre	<i>C'oambach'a</i>	<i>Lepus callotis</i> **	C. La virgen, C. La bandera	(-)	Indicador de deterioro del bosque.
Conejo	<i>Aguan'i</i>	<i>Sylvilagus cunicularis</i> **	C. La virgen, C. La bandera	(+)	Indicador de deterioro del bosque.
Tejón	<i>Amáts'i</i>	<i>Nasua nasua</i> **	C. La virgen, C. La bandera	(-)	Indicador de deterioro del bosque.
Tuza, o tuza de Michoacán	<i>Tkum'u</i>	<i>Zygogeomys trichopus</i> **	Tierras agrícolas y forestales	(+)	Referido en el monte. Referida en todas las tierras agrícolas (calientes y frías). <u>Observado</u> <i>Huéramani</i> (NOTA: no la matamos por “respeto a la naturaleza) ENDÉMICA Y EN PELIGRO DE EXTINCIÓN***
Ardilla voladora	<i>Huakuí, kárat'i</i>	<i>Glaucomys volans</i> **	C. La bandera, C. La virgen	(+)	<u>Observado</u> Indicador de deterioro del bosque
Salamandra rojinegra	<i>Chekúrhít'a</i>	<i>Pseudoeurycea a belli</i>	<i>Pinurhisi</i>	(-)	<u>Observado</u> Indicador de conservación del bosque

Nota. La abundancia relativa se designa como: (++). Ahora hay mucho más que antes; (+). Ahora hay más que antes; (=). Ahora hay igual que antes; (-). Ahora hay menos que antes; (--). Ahora hay mucho menos que antes

*Nombres científicos consultados en diversas fuentes bibliográficas.

**Referido en Núñez-Garduño (2005).

***Referencia en url: http://es.wikipedia.org/wiki/Zygogeomys_trichopus

hierba de la mula, entre otras. Se emplean principalmente para adornar la iglesia y las casas en las fiestas del pueblo. Un aspecto muy importante es que los agricultores conocen plantas que sirven como indicadores de calidad de la tierra, y las hay tanto para tierras *buenas* como para tierras *corrientes*. Los usos más importantes que le dan a las plantas son: alimento, forraje, obtención de madera, leña y postes, instrumentos de trabajo y medicinal. Además, tienen utilidad en cercos vivos y para ornato. También se conocen algunas especies de hongos, comestibles y venenosas, pero su cantidad ha disminuido debido a la degradación del bosque.

5.3. Percepción local de la DT

Para conocer la percepción de los actores locales acerca de la DT, enfocando hacia las causas e impactos, se realizaron entrevistas a personas de la comunidad, en dos grupos identificados como jóvenes y adultos⁷¹. Esto fue debido a que al inicio del trabajo se observó que algunos jóvenes mostraban actitudes o comentarios distintos sobre un mismo tema, por ejemplo las actividades agrícolas y la degradación ambiental (o sea DT). Se consideró entonces importante tener las dos percepciones; la de los jóvenes porque son quienes en un futuro cercano pueden realizar acciones de mitigación/restauración y ver sus impactos positivos a mediano y largo plazo, y los adultos porque ellos conocen un poco más de la historia del manejo de los recursos de su comunidad y pueden contribuir, con su experiencia y algunas acciones, al combate y reversión la DT. Por lo tanto fueron utilizados dos formatos de entrevista (**Anexos 1 y 2**).

⁷¹ La distinción de género no se incluyó debido a que la mayoría de las preguntas fueron enfocadas al manejo de la tierra y el bosque.

5.3.1. Los entrevistados

Se realizaron un total de 49 entrevistas de las cuales fueron aplicadas 24 a jóvenes y 25 a adultos. En el **Cuadro 5.3.1** se muestran algunos de los descriptores más importantes de esta muestra. La lista de los entrevistados se presenta en el **Anexo 3**.

5.3.2. Percepción de la DT por los jóvenes

Se preguntó a los jóvenes su percepción acerca de la importancia y situación de las actividades agrícolas en la comunidad. Los resultados se muestran en el **Cuadro 5.3.2**.

De acuerdo a estos datos, el 42% de las respuestas indica que los jóvenes consideran que la agricultura está bien y es una actividad importante para el autoconsumo, y se lleva a cabo principalmente con el sistema tradicional. Sin embargo un 33% de las respuestas considera que no está bien debido a los altos costos (de producción), así como por el manejo inadecuado y la falta de interés de los jóvenes en esa actividad. Otra parte de las respuestas (29%) señala que la agricultura se encuentra en una

Cuadro 5.3.1. Características de la muestra de personas entrevistadas sobre la percepción local de la DT en Comachuén, Michoacán.

Total de personas entrevistadas	49
Total de jóvenes entrevistados	24
Total de adultos entrevistados	25
Rango de edades de la muestra total:	18 – 97 años
Rango de edades de jóvenes:	18 – 39 años ⁷²
Rango de edades de adultos:	40 – 97 años
Promedio de edad de jóvenes:	24.1 años
Promedio de edad de adultos:	54.6 años
Porcentaje de hablantes de purépecha ⁷³	97.7 %
Actividades más frecuentes en adultos	campesino
Actividades más frecuentes en jóvenes:	estudiante, músico

⁷² La diferenciación de “jóvenes” y “adultos” fue para facilitar el análisis de dos clases, y porque para las persona mayores, de 70 años o más, las personas de menos de 40 se les considera “jóvenes” por ser distintas generaciones, con un período aproximado de 30 años de separación, y bajo el supuesto de que tienen diferente nivel de experiencia en cuanto al manejo del recurso tierra. En este sentido el criterio fue para hacer una diferenciación práctica y con base en la experiencia acumulada de los entrevistados.

⁷³ Dato del Censo INEGI, 2010.

condición regular y que es afectada por diversos fenómenos meteorológicos (heladas, escasez o exceso de lluvia el granizo). Una fracción menor indica que la agricultura ha sufrido cambios, siendo muy diferente del sistema tradicional e incluso que algunas semillas criollas de maíz (p. ej. la roja) se han perdido y que las tierras agrícolas ya no producen igual que antes a menos que se les agreguen fertilizantes “químicos”.

Cuadro 5.3.2. Percepción de jóvenes sobre la importancia y situación de la agricultura en Comachuén. (*Pregunta 7 ¿Cómo está la agricultura de la comunidad actualmente?*).

Respuestas (agrupadas) ⁷⁴	Frecuencia ⁷⁵ (%)*
1. Bien y es importante para autoconsumo, tradicional	42
2. Mal, alto costo, mal manejo, sin desarrollo, jóvenes ya no trabajan	33
3. Regular, afectada por heladas, lluvias y granizo, y "poca ayuda"	29
4. Muy diferente a como era antes, se ha perdido semilla criolla (roja)	17
5. Las tierras ya no producen igual, solo con fertilizantes	17

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

Por otra parte, en el **Cuadro 5.3.3** se muestra la percepción de los jóvenes sobre el estado de conservación/deterioro de los bosques de la comunidad. Ellos indican en un 100% de las respuestas que el bosque se encuentra muy deteriorado (96% de respuestas) y deteriorado (4%), por lo cual se puede decir que la respuesta generalizada es que el bosque se encuentra **deteriorado**.

Cuadro 5.3.3. Percepción de jóvenes sobre el estado actual del bosque. (*Pregunta 2. ¿Cómo se encuentra el bosque actualmente?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Muy deteriorado, ya no hay árboles	96
2. Deteriorado o fragmentado	4

*Porcentajes absolutos.

Con respecto a las **causas de la deforestación** que perciben los jóvenes (ver **Cuadro 5.3.4**), ellos indican que de manera prioritaria influye la falta de empleos (92%), y en segundo término la falta de conciencia ambiental y la costumbre (29%). Señalan además

⁷⁴ Para simplificar el análisis, y debido a que cada respuesta de los entrevistados fue de manera libre, todas las respuestas tuvieron que ser agrupadas en torno a temas centrales y es esa agrupación la que se presenta en los diversos cuadros., es decir, se hizo una síntesis de respuestas para facilitar su análisis.

⁷⁵ También es importante señalar que, en muchos casos, los porcentajes que se muestran son relativos y no absolutos cuando las respuestas contienen dos o más aspectos de las respuestas agrupadas o “sintetizada”.

que la actividad forestal, que implica el derribo y acarreo de troncos de madera y posteriormente el aserrado y torneado del mismo, es la principal fuente de ingresos de las familias en la comunidad. Cabe señalar que la tala de árboles se da sin ningún “plan de manejo”, por lo que no existen actividades de reforestación, salvo en algunas áreas donde los usufructuarios de las tierras de bosque cuidan y manejan más apropiadamente el bosque. Otros aspectos menos señalados son la mala actuación de las autoridades comunales, el mal manejo del bosque y la negligencia de la misma comunidad al permitir que se siga talando el bosque sin que se tenga ninguna actividad de conservación o restauración de manera colectiva.

Cuadro 5.3.4. Percepción de jóvenes sobre las causas de la deforestación en Comachuén. (Pregunta 3. ¿Por qué ocurre la deforestación?)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Por falta de empleos, bosque principal fuente de ingresos	92
2. Falta de conciencia ambiental, costumbre	29
3. Falta de preparación escolar	8
4. Mala actuación de representantes	4
5. Mal manejo del bosque	4
6. La comunidad lo permite	4

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

En el **Cuadro 5.3.5** se cuestionó a los jóvenes entrevistados sobre quiénes realizan la deforestación e indicaron en la mayoría de las respuestas (63%) que mucha gente, incluyendo jóvenes y adultos, son quienes intervienen en esa actividad. Una de las respuestas precisa que son los que no tienen otro trabajo y que entonces es su actividad de sustento (29%). Otras respuestas menos frecuentes señalan a los intermediarios y a la gente con poca preparación como los que realizan la tala de árboles.

Cuadro 5.3.5. Percepción de jóvenes sobre los agentes que participan en la deforestación en Comachuén (Pregunta 4. ¿Quiénes intervienen en la deforestación?)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Mucha gente, señores y jóvenes	63
2. Los que no tienen trabajo, para el sustento	29
3. Los intermediarios	8
4. La gente que no tiene preparación	4
5. Los talamontes de la comunidad	4

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

Con relación a cómo valoran la condición de las tierras de uso agrícola una gran proporción de las respuestas (63%) señala que la mayoría de la tierras se encuentran degradadas, y también un alto porcentaje (58%) mencionan que se ha disminuido su calidad lo cual implica una baja en su fertilidad y en su capacidad de retención de humedad. Otras respuestas indican que hay conservación y degradación ya que unas tierras se encuentran bien (sin degradación aparente) y otras degradadas (17%) o que las tierras están bien pero requieren de un manejo más apropiado (13%). Otras respuestas menos frecuentes (8%) indican que las tierras requieren la adición de gran cantidad de fertilizante químico (durante la escarda, principalmente) para rendir buenas cosechas, y que algunas tierras presentan erosión.

Cuadro 5.3.6. Percepción de jóvenes sobre la condición de las tierras agrícolas en cuanto a su conservación/degradación. (*Pregunta 5 ¿Cómo se encuentran las tierras en cuanto a su calidad y conservación?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. La mayoría degradadas	63
2. Se ha disminuido su calidad, baja fertilidad y humedad	58
3. En regulares condiciones, unas bien y otras degradadas	17
4. Están bien pero requieren buen manejo	13
5. Consumen mucho químico	8
6. Presentan erosión	8
7. Desconoce cómo están	4

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

En cuanto a las causas de la degradación de tierras agrícolas, como puede verse en el **Cuadro 5.3.7**, la mayoría de las respuestas (63%) ubica como causa al uso de fertilizantes “químicos”, señalando que éstos “queman” la tierra. También una buena proporción (46%) indica que la causa de la DT es el mal manejo de la tierra, incluyendo la falta de rotación de cultivos y de prácticas de conservación y de períodos de descanso. Una menor proporción de las respuestas ubica otros aspectos como la tala de árboles, la “mala calidad” de las tierras y el aumento de la población humana, la cual demanda que las tierras se tengan que cultivar de manera más intensiva (“*año con año*” en lugar de “*año y vez*”).

Cuadro 5.3.7. Percepción de jóvenes sobre las causas de la degradación de tierras agrícolas en Comachuén. (*Pregunta 5.1 ¿Por qué?*).

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Por uso de fertilizantes "químicos"	63
2. Manejo inadecuado, sin rotación, ni conservación, ni descanso	46
3. Por tala de árboles	13
4. Son de mala calidad	4
5. Por aumento de población	4
6. No sabe por qué	4

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

Cuadro 5.3.8. Percepción de jóvenes de los efectos de la deforestación sobre la comunidad de Comachuén (*Pregunta 9: ¿Cómo afecta la deforestación a la comunidad?* y *Pregunta 10 ¿Cómo afecta la deforestación a la calidad del bosque y de la tierra?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Menos captación de agua, se secan manantiales	63
2. Bosque se degrada, cada vez menos árboles	54
3. Daño a ecosistemas, menos oxígeno, fauna y recursos naturales	46
4. Tierras se deterioran, se hacen menos productivas	42
5. Empeorará calidad de vida, aumenta emigración y drogadicción	25
6. Menos trabajo, menos dinero	21
7. Cambia clima, se hace más caliente, llueve menos	17
8. Otros – acceso desigual, conflictos entre comuneros	8

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

En el **Cuadro 5.3.8** se muestran la percepción de los jóvenes sobre los efectos de la deforestación en la comunidad. Estos efectos son de tipo ambiental y socioeconómico. En cuanto a los efectos de tipo ambiental, en el 63% de las respuestas se indica que la deforestación afecta la captación de agua y como consecuencia disminuye el caudal en las manantiales o simplemente se secan. También una alta proporción de las respuestas (54%) menciona que el bosque se degrada e implica una disminución de árboles, afectando directamente a la principal fuente de empleo de la comunidad. Un 46% de las respuestas señala que hay un daño a los ecosistemas lo que les significa que hay menos recursos naturales, menos fauna e incluso menos oxígeno. En un 42% de las respuestas se menciona que la deforestación provoca que las tierras agrícolas se deterioren, principalmente por erosión, y se vuelvan menos productivas. Un menor proporción (17%) indica que “el clima cambia, y hace más calor” y que llueve menos. En cuanto a los

efectos de tipo socioeconómico señalan que habrá menos trabajo y menos dinero (21%), y como consecuencia empeorará la calidad de vida, y aumentará la emigración y los problemas como la drogadicción.

5.3.3. Percepción de la DT por adultos

Se cuestionó a los adultos sobre la existencia de DT en las *tierras de monte* (forestales) y las *tierras de labor* (de uso agrícola) de la comunidad. Asimismo, hicieron preguntas específicas sobre las causas que provocan la degradación de las tierras agrícolas, así como sobre los impactos tanto ambientales como socioeconómicos de la DT.

Se preguntó sobre la condición de degradación/conservación de las tierras de monte. De acuerdo a los datos que se muestran en el **Cuadro 5.3.9**, la respuesta más frecuente (44%) fue que sí han sido degradadas por la deforestación. Una proporción menor (32%) considera que esas tierras siguen siendo buenas, lo que se interpreta que perciben poco o nulo impacto de la DT. Algunos más (12%) indicaron que la mayoría de las tierras han sido deterioradas y solo algunos cuidan su bosque, mientras que otros (12%) no saben cómo se encuentran las tierras.

Cuadro 5.3.9. Percepción de los adultos sobre la degradación de las *tierras de monte* (forestales). (Pregunta 15. *¿Las tierras de monte han sido degradadas?*).

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Sí por la deforestación, se están degradando	44
2. No, siguen siendo buenas	32
3. La mayoría sí, unos pocos las cuidan	12
4. No lo sé	12

*Porcentajes absolutos

Con relación a la DT en tierras agrícolas, de acuerdo a los resultados (**Cuadro 5.3.10**), todos los entrevistados respondieron afirmativamente, que sí existe degradación en esas tierras. Sin embargo hay una pequeña variante en cuanto al grado de degradación; la gran mayoría de las respuestas (80%) indicaron que la degradación es alta (“mucha”), mientras que el restante (20%) indicó que la degradación es “regular”, lo cual es interpretado en el sentido de que la DT no está presente en todas las tierras o que su grado es intermedio. Esta diferencia de percepción entre la DT de tierras monte y de las tierras agrícolas puede

deberse a que en las primeras lo que más se deteriora es la vegetación arbórea quedando la vegetación arbustiva o rasante menos alterada y por tanto sigue habiendo cobertura vegetal. Sin embargo en las segundas la vegetación es temporal y hay un mayor impacto negativo de las actividades agrícolas, que se nota en la disminución de la calidad de la tierra y en el menor rendimiento de cultivos.

Cuadro 5.3.10. Percepción de los adultos sobre la degradación en tierras agrícolas (Pregunta 3: *¿Están degradadas esas tierras?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Sí, mucho	80
2. Sí, regular	20

*Porcentajes absolutos

Para saber los indicadores que los agricultores utilizan en el reconocimiento de las tierras por su calidad para la agricultura, es decir las tierras “buenas” (de buena calidad) y las tierras “corrientes” (que han sido degradadas), se preguntó y se obtuvieron las respuestas del **Cuadro 5.3.11**. De acuerdo a estos datos, los indicadores de calidad de la tierra más utilizados son el rendimiento de cultivos (56%) y la necesidad de fertilizantes (28%). Otros indicadores menos frecuentes son la consistencia y el color del suelo (ellos usan el término tierra). Más aún algunos consideran que todas las tierras “ya están desgastadas”, lo cual implica que todas quedarían en la clase de tierras *corrientes*.

Un último indicador es la derivada de la pregunta sobre ubicación de las clases de tierras dentro del territorio de la comunidad. En el **Cuadro 5.3.12** se muestran los resultados de la pregunta sobre ubicación de las tierras *buenas* y las tierras *corrientes* dentro de su comunidad. La mayoría de las respuestas (80%) indica que las tierras buenas se ubican en el paraje *Andarhukurini*, el cual se encuentra en la porción NW de la comunidad, colindando con la comunidad de Arantepakua. También se indica que hay tierras buenas en el paraje El llano o *Pák'ua*. Por su parte, una alta proporción de las respuestas indican que las tierras corrientes se encuentran en la porción NE de la comunidad, en las colindancias con la comunidad de Pichátaro, y muy particularmente en el paraje denominado *huanát'akurin*. En ambas preguntas aparece la respuesta, con una frecuencia de 12%, de que las tierras buenas y corrientes se ubican en diversas partes de la comunidad. También se identifica la posición en el terreno como factor que contribuye a

la calidad de la tierra en este caso las *buenas* se ubican en las partes planas o llanos (planicies intermontanas) y las *corrientes* en las laderas.

Cuadro 5.3.11. Indicadores de calidad/degradación de las tierras de uso agrícola utilizadas por los agricultores en la comunidad de Comachuén (Pregunta 8: *¿Cómo reconoce las tierras cuando son buenas o cuando son corrientes?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Buenas dan buena cosecha, corrientes no	56
2. Buenas no necesitan fertilizante, corrientes sí	28
3. No hay diferencia, ya todas están desgastadas	4
4. Las buenas están suaves y las corrientes compactadas	4
5. Por el color, negras son buenas	4
6. Por ubicación	4

*Porcentajes absolutos.

Cuadro 5.3.12. Ubicación de las tierras por su calidad dentro de la comunidad de acuerdo a la percepción de los agricultores adultos.

Respuestas	Frecuencia (%)*
Pregunta 9: <i>Tierras buenas ¿Dónde?</i>	
1. En paraje <i>Andarhukurani</i> , lindero con <i>Arantepakua</i>	80
2. Varias partes, depende del manejo	12
3. En los llanos, en los planos	8
Pregunta 10: <i>Tierras deslavadas ¿Dónde?</i>	
1. Por <i>huanatin</i> o <i>huanát'akurin</i> , camino a Pichátaro	44
2. Otros parajes	24
3. En las laderas, y están arenosas	16
4. Varias partes, todas están igual	12

*Porcentajes absolutos.

Se preguntó también sobre las causas que originan la degradación de las tierras agrícolas, esto es la disminución de la calidad de la tierra, En el conocimiento local a este proceso se le denomina *deslave de tierras*. De acuerdo a los resultados que se muestran en el **Cuadro 5.3.13**, en la gran mayoría de las respuestas (84%) se indica que la causa es el arrastre de la tierra por la creciente en las laderas. Otras causas que se indican son el viento y el uso año con año sin descanso (ambas con 28%). También se señala el uso de fertilizantes “químicos” (24%) y la falta de cuidado de las tierras (20%).

Cuadro 5.3.13. Percepción de las causas que provocan la degradación de las tierras agrícolas de acuerdo a los agricultores adultos (Pregunta 4 *¿Por qué han sido degradadas esas tierras?*).

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. La creciente se lleva la tierra en las laderas, porque ya no hay árboles	84
2. El viento no se detiene porque ya no hay pinos	28
3. Porque se han trabajado mucho, sin descanso	28
4. Por los fertilizantes "químicos" que les ponemos	24
5. Porque no las cuidamos y mal manejo	20
6. Porque están "sembrando" pasto grama	8
7. Otras causas	12

*Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

Sabiendo que uno de los factores que mencionan los agricultores es el uso de fertilizantes “químicos”, se preguntó sobre cómo es que estos agroquímicos afectan o degradan la tierra. Los resultados del **Cuadro 5.3.14** indican diversos efectos negativos y algunos positivos. La mayoría de las respuestas sustentan que los efectos negativos de los fertilizantes “químicos” son de largo plazo, es decir en primera instancia benefician a los cultivos por el mejor desarrollo y rendimiento, pero con el tiempo la degradan ya que “las tierras se acostumbran a los fertilizantes y cada vez necesitan más para dar buenas cosechas” y también que “les quitan la fuerza”. También indican que favorecen la aparición de plagas y que disminuye la calidad del maíz (al grano se apolilla y las tortillas salen pegajosas).

Cuadro 5.3.14. Percepción de los agricultores adultos sobre los efectos negativos de los fertilizantes “químicos” en las tierras agrícolas (Pregunta 6: *¿De qué manera afectan los fertilizantes a la tierra?*).

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Cada vez necesitan más fertilizante y sin él no producen bien	36
2. Les quitan la fuerza, los nutrientes, las degradan	24
3. Son buenos para las plantas pero también perjudican la tierra	12
4. No afecta	8
5. Apolilla el maíz y las tortillas salen pegajosas	4
6. Les traen plagas	8
7. No indica, o no sabe	8

*Porcentajes absolutos.

Con relación a la percepción sobre los impactos de la DT, una primera parte se centró en los impactos de la deforestación y la degradación en las tierras de uso agrícola. Los

resultados se muestran en el **Cuadro 5.3.15** y están clasificados en tres niveles; (i) impactos al nivel de los ecosistemas, (ii) al nivel de la comunidad y (iii) al nivel familiar.

Cuadro 5.3.15. Percepción local de adultos sobre los impactos de la deforestación como proceso de la DT a distintos niveles en Comachuén. (Respuestas concentradas a partir de varias preguntas)*.

Respuestas	Frecuencia (%)**
<u>Impactos al nivel de paisaje o ecosistemas</u>	
1. Hay menos madera, fauna y plantas medicinales	36
2. Hace más calor	24
3. Las tierras se deslavan, las crecientes ya no se detienen	24
4. Hay menos humedad y se reseca la tierra, el viento ya no se detiene	16
5. Se infiltra menos agua, llueve menos	16
6. No indica o no sabe	12
<u>Al nivel de la comunidad</u>	
1. Las tierras producen menos	48
2. Menos trabajo, al haber menos madera	44
3. Las tierras se abandonan por improductivas	20
4. Se escasea el agua potable (manantiales)	20
5. Maíz solo para abasto familiar, no para venta	16
6. Hay migración por falta de trabajo	16
7. Aumentan los costos de producción de cultivos	8
8. Conflictos internos por la tala de árboles	4
<u>Al nivel familiar</u>	
1. Menos maíz, debido a menos producción	48
2. Menos dinero debido a menos trabajo y cosecha	40
3. Necesario comprar o acarrear el agua	12
4. Afecta en salud y alimentación	8
5. Escasez de leña para el hogar	4
6. No indica	4

*Preguntas base: 11. ¿Cómo les afecta que las tierras se hayan deforestado y se hayan deslavado?; 12. ¿En que afecta que las tierras se hayan deforestado y se hayan deslavado?; 12.1. ¿En qué afecta al nivel de la comunidad?; 12.2. ¿En qué afecta al nivel familiar?.

**Porcentajes relativos (frecuencias de respuestas acumuladas).

De acuerdo a estos resultados, al **nivel de ecosistemas** (monte y tierras de labor) los agricultores (adultos) perciben diversos efectos interrelacionados como son; menor disponibilidad de madera del bosque debido a la deforestación, y la consecuente

disminución de fauna y plantas medicinales silvestres. Otros aspectos son el incremento de temperatura (referido como más calor) y la erosión de los suelos (referido como deslave de tierras). Aunado a lo anterior se percibe que hay menos humedad tanto en el ambiente como en el suelo, ya que llueve menos, hay menor infiltración y los vientos son más fuertes. De todos estos aspectos se ubica a la **deforestación como la causa directa principal** a partir de la cual se desencadenan los demás efectos.

Al **nivel de la comunidad**, los impactos más referidos son; en primer término, la disminución de la producción de cultivos como consecuencia de la disminución de la calidad de la tierra; en segundo término se refiere a la disminución de los empleos locales por la falta de madera. No menos importante es el hecho de que las tierras están siendo “abandonadas” por improductivas y que el suministro de agua de los manantiales de donde se abastece la población ha disminuido. Con menor frecuencia se menciona que el maíz actualmente se cultiva solo para el autoconsumo y muy poco para venta. Asimismo, que se ha incrementado la migración debido a la escasez de trabajo. Otros aspectos mencionados escasamente son el aumento de los costos de producción de cultivos (principalmente por el alto costo de fertilizantes) los conflictos internos generados por la tala “clandestina”.

En cuanto a los impactos al **nivel familiar**, los resultados son consistentes con los otros niveles, ya que la menor disponibilidad de maíz y la escasez de dinero por falta de trabajo son indicadas como los impactos más importantes. En menor grado se indica la necesidad de comprar agua de fuera de la comunidad o realizar acarreo desde las tomas de agua comunales para abastecerse. En menor frecuencia se señala que hay daños a la salud (por los cambios de temperatura) y la escasez de leña para el hogar.

Para precisar el impacto de la deforestación sobre los cambios en la disponibilidad de agua en los manantiales que abastecen a la comunidad, se preguntó al respecto obteniendo los resultados que se muestran en el **Cuadro 5.3.16**. La mayoría de las respuestas (68%) indicó que sí ha habido cambios en este caso de disminución de la cantidad de agua. Una proporción menor (24%) señaló que no ha habido cambios y una proporción todavía menor (8%) que ha habido disminución y además que algunos de los manantiales ya desaparecieron. Las respuestas que afirman la disminución de agua suman más de las tres cuartas partes.

Cuadro 5.3.16. Percepción de agricultores sobre el impacto de la DT sobre la disponibilidad de agua de manantiales en Comachuén (Pregunta 16. *¿Ha habido cambios en los manantiales o en el agua?*)

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Sí, ya disminuyó el agua	68
2. No, no tanto	24
3. Sí, algunos manantiales ya se secaron	8

*Porcentajes absolutos.

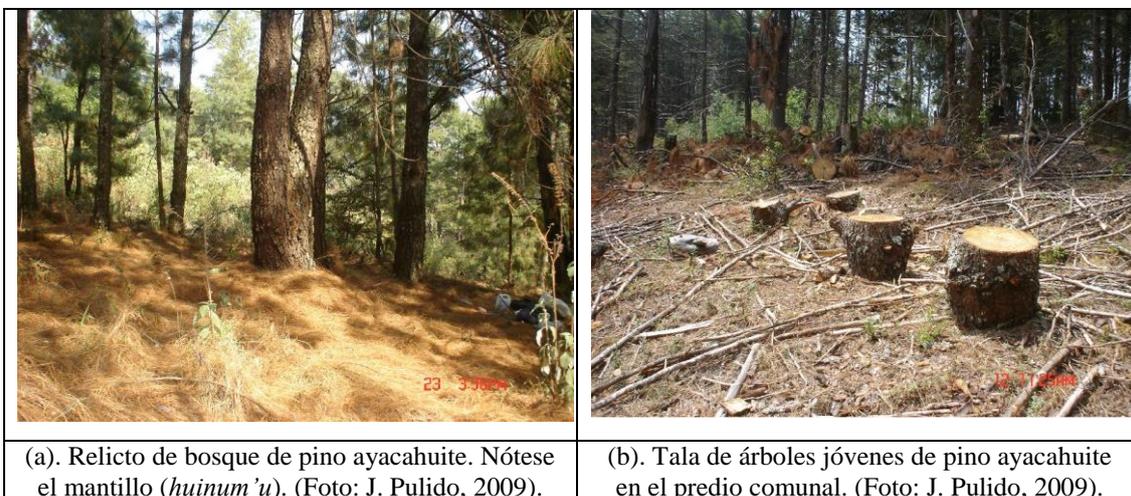
Cuadro 5.3.17. Existencia de programas de conservación de tierras de acuerdo a los agricultores adultos en Comachuén (Pregunta 13 *¿Ha habido programas de conservación de tierras?*).

Respuestas	Frecuencia (%)*
1. Sí, pero no para todos, Procampo y otros, pero no se utilizan bien	60
2. No, solo prometen, falta buena orientación y organización de la comunidad	28
3. No lo sé	12

*Porcentajes absolutos.

Por último, se preguntó sobre las acciones o programas, oficiales u de otra índole, para contrarrestar la DT o restaurar las tierras degradadas. Los resultados del **Cuadro 6.3.17** indican que la mayoría (60%) de los entrevistados afirma que ha habido programas de conservación de tierras. Otra parte importante (28%) indica que no ha habido ese tipo de programas y una proporción menor (12%) que no sabe si los ha habido. Cabe señalar que los que afirman que habido programas incluyen los apoyos oficiales para la agricultura de cultivos básicos (en este caso para maíz), particularmente el de Procampo. También se incluyen los programas de reforestación, pero indican que es sólo para algunos y que los apoyos son definidos de acuerdo al partido político en turno (PRD o PRI) entre las autoridades locales. Un programa más amplio al que se hace referencia es el del “Proyecto Río Balsas”, el cual incluía un componente de prácticas de conservación de suelos consistente en la construcción de zanjas de captación de suelo y agua de escorrentía en terrenos de ladera (p. ej. en el paraje *Andárhukurin’i*) y de reforestación con pino ayacahuite (*Pinus ayacahuite* Ehren.). Las primeras fueron construidas pero los agricultores no se adaptaron a esas zanjas porque “les quitaban espacio en sus parcelas”, mientras que la reforestación fue realizada en el predio comunal *Pinhuris’ii* (El pinar) donde los árboles de pino ayacahuite permanecieron por muchos años (aprox. 40-50) y

crecieron lo suficiente para ser madera comercial, pero hace algunos años fueron talados y actualmente quedan solo algunos relictos de esa reforestación. Actualmente es una de las áreas que han sido fuertemente afectadas por la tala “clandestina”⁷⁶ (**Figura 5.3.1**).



(a). Relicto de bosque de pino ayacahuite. Nótese el mantillo (*huinum'u*). (Foto: J. Pulido, 2009).

(b). Tala de árboles jóvenes de pino ayacahuite en el predio comunal. (Foto: J. Pulido, 2009).

Figura 5.3.1 Foto que muestra la deforestación “clandestina” en el paraje *Pinhurisii* (El pinar), tierra comunal. Se trata de pino ayacahuite plantado en un programa de reforestación en la década de los 70s, según testimonios.

5.3.4. Estado de degradación de los recursos naturales desde la perspectiva local

La evaluación de la DT (degradación de los recursos naturales, en este caso bosque y tierras agrícolas) por los actores locales está basada en el grado de degradación que ellos perciben. De acuerdo a los resultados de entrevistas arriba descritos, la degradación se plantea para los dos usos principales de la tierra, bosque o “monte” y agrícola.

Grado de deterioro del bosque.

Los jóvenes perciben que el bosque está muy deteriorado y su expectativa es que seguirá deteriorándose debido a la tala “clandestina” como ya se ha señalado arriba. A los adultos se les preguntó sobre las *tierras de monte* (no directamente sobre el bosque) y la mayoría de las respuestas indicaron que se encuentran degradadas por la deforestación. Sin embargo, una parte percibe que esas tierras no han sido deterioradas y que siguen siendo *buenas*. Aquí se interpreta que los adultos están entendiendo como tierras de monte al

⁷⁶ De acuerdo a imágenes de Google Earth, esa área fue totalmente talada en 2011.

bosque y el suelo (tierra), mientras que los jóvenes responden solo por el bosque que se refiere a la cobertura vegetal.

Grado de deterioro de las tierras agrícolas

Los jóvenes perciben que la mayoría de las tierras de uso agrícola ya están deterioradas y que ello ha provocado que sean de menor calidad, con baja fertilidad y bajo contenido de humedad. Una baja proporción piensa que están en regulares condiciones y que requieren de buen manejo. Por su parte los adultos la mayoría opina que las tierras se han degradado mucho y solo una parte que la degradación ha sido regular (media). Ambos, jóvenes y adultos, perciben que la deforestación afecta negativamente a los ecosistemas forestales, implicando ello, además de la disminución de madera, una disminución de los recursos naturales, incluyendo fauna silvestre, plantas medicinales e incluso la cantidad de oxígeno (“cantidad de aire”).

Impactos de la DT desde la perspectiva local

Los impactos de la DT desde la percepción local parecen estar relacionados entre sí. No obstante, para fines de análisis e interpretación se desglosan aquí en impactos ambientales y socioeconómicos.

Impactos ambientales. Tanto jóvenes como adultos perciben que hay efectos negativos en los recursos de la tierra, así como en el clima y el ciclo hidrológico local. Los jóvenes consideran que el impacto más evidente es en la captación de agua de los bosques, los cuales al ser deteriorados disminuyen la captación de agua de lluvia, y esto a su vez se refleja en la disminución del caudal en los manantiales. Para los adultos el impacto sobre el agua es importante pero a la vez consideran que la causa principal es la **deforestación**, ya que impacta de manera directa la disponibilidad de madera, lo que a su vez afecta directamente la cantidad de empleos en la comunidad. En ambos grupos, jóvenes y adultos, se percibe que la deforestación y el manejo inadecuado de las tierras agrícolas han provocado la degradación de estas y como consecuencia se han vuelto menos productivas. En la perspectiva ambiental también se menciona por ambos grupos que el clima ha cambiado siendo ahora más caliente, lo cual lo relacionan directamente con la disminución de árboles o cubierta forestal. Mencionan que la mayor temperatura

(estimación cualitativa), junto con los vientos más fuertes (mencionado arriba) provocan la resequedad de la tierra disminuyendo la humedad disponible del suelo para los cultivos.

Impactos socioeconómicos. De acuerdo a los datos de percepción local mostrados, los efectos más notorios de la DT son la **disminución del trabajo** debido a la escasez de madera, y la **disminución de los rendimientos** de cultivos debido a la degradación de las tierras agrícolas. La primera tiene implicaciones directamente en los ingresos monetarios para el sustento diario, en tanto que la segunda implica menor disponibilidad de maíz para el consumo humano, y maíz y avena para el consumo de los animales de trabajo. Otro aspecto muy importante es la **disminución de la calidad de vida** como consecuencia de la falta de trabajo y dinero, y el consecuente incremento en la migración. También se menciona que hay un incremento en la drogadicción la cual relacionan con la falta de trabajo.

5.4. Aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la DT – percepción local

En este capítulo se presentan algunos aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la DT, desde la perspectiva local, derivadas de las entrevistas a jóvenes y adultos. Abordan aspectos relevantes en torno al manejo de recursos naturales de la comunidad, y temas como las aspiraciones que productores jóvenes tienen para cuando sean mayores, así como las similitudes y diferencias de percepción ante la DT.

Los datos que aquí se presentan derivaron de entrevistas semi-estructuradas aplicadas a jóvenes de la comunidad de Comachuén, utilizando un formato elaborado *exprofeso*, pero permitiendo que las respuestas fueran abiertas. Estas entrevistas fueron aplicadas a un total de 24 personas (jóvenes), con un rango de 18-39 años, de manera intermitente durante agosto y septiembre de 2010. Se consideró que 40 años es la edad que divide a los dos grupos de generaciones, “jóvenes” y adultos” y representan las percepciones del “ahora” y “antes”, y no implica solo una clasificación por edad.

5.4.1. Percepción de los jóvenes

Como primer aspecto se preguntó sobre los problemas generales que perciben los jóvenes en su comunidad. Como se observa en el **Cuadro 5.4.1**, el principal problema, de acuerdo

a la frecuencia relativa de respuestas (66%), es la falta de fuentes de empleo. En segundo término (58%) se menciona el problema de las dependencias al alcohol, el tabaco y las drogas. El consumo de alcohol se da frecuentemente en las festividades de la comunidad y en las fiestas particulares y es una costumbre muy extendida en toda la región purépecha. El consumo de droga es algo relativamente reciente en la región serrana y aunque no es muy extendido, los jóvenes lo perciben como una amenaza creciente. En estas adicciones se incluye el tabaquismo y es también considerado un problema de salud. En tercer término, aunque menos frecuente (27%), se indican la falta de preparación escolarizada y el desinterés de las personas, por la educación formal, particularmente de los jóvenes.

Un cuarto aspecto que se indica como problema para los jóvenes es la falta de apoyo de los padres y la escasez de recursos para que los hijos puedan realizar sus estudios. Dado que para estudiar el nivel bachillerato y el de licenciatura necesariamente tienen que salir de la comunidad, los gastos necesarios se incrementan, ya que se tienen que cubrir la manutención, pasajes, y colegiaturas, cosa que sólo algunas familias pueden sufragar. Debido a esta situación, muchos de los jóvenes se ven obligados a truncar sus estudios. Otros aspectos que influyen en la deserción escolar, de acuerdo a comentarios de algunos jóvenes, y por experiencia propia, es la discriminación a que son sujetos los indígenas en las poblaciones mestizas, el apego a la familia, el dominio incompleto del español, entre otros. No obstante, de acuerdo a los datos derivados de las entrevistas, la mayoría de los jóvenes tienen estudios, o estudian actualmente y en muchos casos combinan sus estudios con actividades agrícolas y forestales. Otros aspectos como la falta de conciencia ambiental, la falta de escuelas la seguridad pública fueron también mencionadas.

Acerca de la forma en que se organizan dentro de la comunidad, planteada como un pregunta muy abierta (**Cuadro 5.4.2**), las respuestas son contrastantes, casi opuestas, ya que una parte importante de ellas (42%, en frecuencia relativa), indicaron que es muy mala y consideran que “no hay organización”, y en una frecuencia un poco menor (29%) agregan que hay divisionismo por asuntos políticos. En contraparte, otro porcentaje similar de respuestas (42%) indicaron que la organización está bien y que se respetan las reglas (civiles y comunitarias), y que la autoridad está representada por el Jefe de Tenencia (29%). Un porcentaje menor (17%) consideró que la organización está bien pero que no es suficiente. Un porcentaje mínimo (4%) consideró que existe poco interés para

recuperar (restaurar) los bosques de la comunidad. Es probable que el divisionismo político a que hacen alusión influya en las respuestas ya que existe alternancia en el poder entre los dos partidos que dominan (PRI, PRD, en 2009) conduciendo a que los simpatizantes del respectivo partido en el poder, en el período de entrevistas, consideren que la organización “está bien”.

Cuadro 5.4.1. Percepción de los jóvenes sobre los principales problemas en la comunidad (Pregunta 1 *¿Cuáles son los principales problemas para los jóvenes de Comachuén?*)

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Falta de fuentes de empleos	67
2. Alcoholismo, drogadicción y tabaquismo	58
3. Falta de preparación académica y desinterés	29
4. Falta de apoyo de los padres y escasez de dinero para estudiar	17
5. Escasa conciencia ambiental y tala inmoderada	8
6. Falta de escuelas	4
7. Falta de seguridad	4
8. No valoran su cultura	4
9. Escasez de agua	4

Nota. Frecuencias relativas.

Con respecto a si los jóvenes entrevistados cuentan con tierra para uso agrícola o forestal (**Cuadro 5.4.3**), más de la mitad de las respuestas indicaron que no cuentan con tierra, o que aún no. Ésta última deriva del supuesto de que los jóvenes tienen derecho a la herencia de tierras de acuerdo a las costumbres de las comunidades en ésta como en muchas otras partes de nuestro país. Otro grupo de respuestas (38%) indicaron que sí cuentan con tierra. Aquí es necesario señalar que varios de los entrevistados como jóvenes ya son mayores de edad, como se indicó en el **Cuadro 5.3.1**, pero se ubicaron así por propósitos prácticos.

Cuadro 5.4.2. Percepción de jóvenes sobre la organización de la comunidad (Pregunta 6 *¿Cómo es la organización comunal actualmente?*).

RESPUESTAS	FRECUENCIA (%)
1. Muy mala, ya "no hay organización"	42
2. Bien, por barrios, hay reglas y se convive bien	42
3. Divisionismo por partidos políticos	29
4. El jefe de tenencia es la autoridad	29

5. Regular, estructuralmente bien, pero no es suficiente	17
6. No hay interés por recuperar los bosques	4

Nota. Frecuencias relativas.

Cuadro 5.4.3. Respuestas de los jóvenes sobre posesión de tierra en la comunidad (Pregunta 8. *¿Posees tierra o bosque propio o heredado?*).

Respuesta	Frecuencia (%)*
1. No, o aún no	38
2. Sí	38
3. No, las rentamos para sembrar	4

Nota. Frecuencias absolutas.

También se cuestionó a los jóvenes sobre si han salido del pueblo por algún período (**Cuadro 5.4.4**). La intención de esta pregunta fue captar en qué medida y sentido influye la estancia fuera de la comunidad. Al respecto la mayoría (83%) de las respuestas indicó que sí han tenido alguna experiencia de estancia, sea por trabajo o por estudios, fuera de la comunidad. El período que ha durado la estancia fuera varió de 1 a 5 años (33%) y de 5-10 años (29%) como los más frecuentes. Como parte de esta misma pregunta, se cuestionó de qué manera influyó esa estancia externa (**Cuadro 5.4.5**); el 50% de las respuestas indicaron que influyó en valorar la cultura propia y sus recursos naturales. Otras respuestas fueron en menor proporción y tienen que ver con la adaptación e independencia personal (13%) y el reconocimiento de que puede haber más opciones de empleo (13%) además del trabajo de la madera que se acostumbra en la comunidad. Hubo además otras diversas respuestas con menor frecuencia como se puede ver en el cuadro citado.

Con relación a cómo ellos valoran su cultura, se preguntó qué piensan sobre la cultura purépecha (**Cuadro 5.4.6**) y la mayoría de las respuestas (67%) reconocen que es parte

Cuadro 5.4.4. Respuestas de jóvenes sobre emigración temporal de la comunidad (Preguntas 11 y 11.1)

Respuestas	Frecuencia (%)
<i>¿Has salido de la comunidad por algún tiempo?</i>	
1. Sí	83
2. No	17
<i>¿Por cuánto tiempo?</i>	

1. De 1 a 5 años	33
2. De 5 a 10 años	29
3. Ningún lado	17
4. Menos de 1 año	13
5. Por más de 10 años	8

Nota. Frecuencias absolutas.

importante de su identidad y que es necesario valorarla como tal. Una parte importante de las repuestas (38%) señaló que su cultura se está perdiendo, principalmente porque los jóvenes, particularmente los que tiene la oportunidad de salir a estudiar fuera de la comunidad, ya no están tan dispuestos a reproducirla. Se indica que muchos de ellos ya no quieren hablar su lengua nativa. Otra parte de las respuestas (17%) señaló que su cultura es una expresión de los modos particulares de producción y de costumbres.

Cuadro 5.4.5. Respuestas de jóvenes a los cambios personales por efecto de la emigración temporal (Pregunta: 12 *¿En qué forma te ha cambiado tu forma de pensar?*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. A valorar nuestros recursos y cultura	50
2. Adaptarme y ser independiente	13
3. Que hay más opciones de trabajo además del bosque	13
4. Adquirí conocimientos en la escuela	8
5. No hay respuesta	8
6. Que es mejor la ciudad porque allá hay trabajo	4
7. No me importa la conservación	4

Nota. Frecuencias absolutas.

Cuadro 5.4.6. Percepción de jóvenes sobre la cultura purépecha (Pregunta 16 *¿Qué piensas de la cultura purépecha?*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Es parte de nuestra identidad y debemos valorarla	67
2. Expresa modos particulares de producción y costumbres	17
3. Se está perdiendo, jóvenes que salen ya no quieren hablar purépecha	38

Nota. Frecuencias relativas.

A raíz de que pueden existir diferencias entre las distintas generaciones sobre la percepción de un mismo fenómeno, se preguntó a jóvenes sobre la existencia e implicación de esas diferencias (**Cuadro 5.4.7**). Las respuestas indicaron casi su totalidad que sí existen diferencias, y que en su gran mayoría (96%) que son muy marcadas, y en menor proporción (4%) se indicó que también hay coincidencias. Al preguntar las razones de esas diferencias se obtuvieron respuestas repartidas en cuatro sentidos: la mayor parte (33%) indicaron que los viejos conservan tanto su cultura como sus recursos naturales.

Cuadro 5.5.7. Percepción de jóvenes sobre las diferencias de pensamiento entre jóvenes y adultos en la comunidad (Preguntas 17 y 17.1)

Respuestas	Frecuencia (%)
<i>¿Son diferentes las formas de pensar de los mayores (viejos) y los jóvenes?</i>	
1. Sí, muy diferentes	96
2. Sí, pero hay coincidencias	4
<i>¿Por qué?</i>	
1. Cada uno ha vivido diferentes experiencias	25
2. Los viejos mantienen su cultura y cuidan los recursos, los jóvenes no muestran interés por conservarla	33
3. Los jóvenes ya no respetan la sabiduría de los viejos	17
4. Los jóvenes son creativos, los viejos no quieren cambiar	25

Nota. Frecuencias absolutas.

Sobre la visión de los jóvenes acerca de lo que desean hacer cuando sean mayores (**Cuadro 5.4.8**), en más de la mitad (58%) de las respuestas manifestaron que desean contribuir a la conservación de los recursos naturales y de su cultura. Otra parte (21%) desea seguirse preparando en su formación profesional y promover la educación ya que consideran que ésta es importante para el desarrollo de la comunidad. Otra parte (21%)

solo desea seguir las costumbres de muchas de las personas es decir tener un trabajo, casarse y tener hijos. Las respuestas pesimistas (8%) muestran dudas de que puedan llegar a ser viejos y por lo tanto no tienen una idea de lo que quieren ser de mayores.

Cuadro 5.4.8. Respuestas de jóvenes sobre sus aspiraciones para cuando adulto (Pregunta 18. *¿Qué te gustaría hacer cuando seas más grande de edad?*)

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Promover la conservación de nuestros recursos y nuestra cultura	58
2. Seguir aprendiendo y promover la educación	21
3. Tener trabajo, casarme y tener hijos	21
4. No lo sé, no sé si llegaré a grande	8

Nota. Frecuencias relativas.

Con respecto a las cosas que los jóvenes desean que cambien en su comunidad (**Cuadro 5.4.9**) las opiniones fueron muy variadas. Un 46% de las respuestas (en frecuencia relativa) indicaron que desean contribuir al cuidado de los recursos naturales, de los bosques y de las tierras agrícolas. Otra parte importante (38%) consideró que sería necesario mejorar la organización. La creación de fuentes de empleo (25%) y el mejoramiento de los servicios y la educación (21%), así como el rescate de su cultura (17%) son también mencionados como aspectos necesarios. Como se puede observar, las respuestas fueron todas propositivas, ya que indican propuestas generales de acciones para el mejoramiento socioeconómico y cultural de la comunidad. Sin embargo solo una parte de ellos menciona la organización como un asunto prioritario.

Cuadro 5.4.9. Respuestas de jóvenes sobre los aspectos que desearían que mejoraran en su comunidad (Pregunta 19. *¿En qué cosas te gustaría que mejorara la comunidad?*)

Respuestas	Frecuencia (%)
1. En la organización	38
2. Que haya empleos	25
3. En el cuidado de los recursos - bosque y tierras agrícolas	46
4. En los servicios y la educación	21
5. En el rescate y conservación de nuestra cultura	17

Nota. Frecuencias relativas.

5.4.2. Percepción de los adultos

A la pregunta sobre la problemática general de la comunidad (**Cuadro 5.4.10**), la mayoría de las respuestas (72%) de los adultos indicó que se trata de la escasez de empleos e ingresos económicos. En mucha menor frecuencia (12%) indicaron que existe insuficiente apoyo del gobierno hacia la comunidad. También incluyó otras diversas respuestas que agrupadas representan el 16%.

Cuadro 5.4.10. Problemática socioeconómica general en la comunidad (Pregunta 2. *Problemática socioeconómica*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Escasez de empleos e ingresos económicos	72
2. Insuficiente apoyo del gobierno	12
3 Otros	16

Nota. Frecuencias absolutas

Cuando se especifica más la pregunta y se toca el tema de la problemáticas agraria, la gran mayoría (76%) de las respuestas de los adultos indicó que sí hay conflictos con comunidades vecinas, pero específicamente una fracción (48%) de ellos manifestó que el conflicto es con Tingambato, mientras que otra fracción (28%) solo señala que hay conflicto por linderos pero no especifican con cual. Esto último puede deberse a que ha habido conflictos con las otras comunidades, además de Tingambato, es decir con Pichátaro, Sevina y Turícuaro, pero todos han tenido soluciones sin mayor problema, no así con Tingambato. Una porción menor (20%) percibe que no existe problema, o no dan una respuesta.

Con relación a los problemas socioculturales que perciben los adultos (**Cuadro 5.4.12**), la respuesta más frecuente (48%) fue que no existen problemas, o no se mencionaron. Una parte menor (20%) señaló preocupación porque consideran que se están perdiendo la lengua y las costumbres de la comunidad. Algunas respuestas (12%) indicaron la basura y el aserrín como problemas importantes, refiriéndose a que son dispuestos en lugares no adecuados. Diversas otras respuestas representan en su conjunto el 16%.

Cuadro 5.4.11. Percepción de adultos sobre la existencia de problemas agrarios de la comunidad y otras comunidades vecinas (Pregunta 21. *Problemática en torno a las tierras*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Sí hay conflictos, por tierras con Tingambato, por linderos (con otras comunidades), no especifican.	76
2. No hay problema, o no se menciona	20
3. Otros	4

Nota. Frecuencias absolutas

Cuadro 5.4.12. Percepción de adultos sobre problemas socioculturales en la comunidad (Pregunta 23. *Problemática socio-cultural*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. No hay problemas, o no menciona	48
2. Se está perdiendo la lengua y las costumbres	20
3. Otros	16
4. La basura y el aserrín	12

Nota. Frecuencias absolutas

Por último, se preguntó a los adultos si existen problemas internos de la comunidad con relación a la función de las autoridades locales (no se les especificó cuáles) (**Cuadro 5.4.13.**). Una alta proporción de las respuestas (40%) indicó que no hay problemas, o simplemente no dieron una respuesta. Otra porción (32%) señaló que sí existen problemas particularmente cuando se multa a los que talan árboles. Sólo una parte menor (20%) señaló que las autoridades no trabajan como debiera ser, es decir que no están cumpliendo adecuadamente con su función.

Cuadro 5.4.13. Respuestas de adultos sobre la existencia de problemas internos con las autoridades (Pregunta 24. *Problemática con autoridades*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. No hay problemas, o no menciona	40
2. Sí, se multa a los que talan árboles	32
3. No trabajan como debiera ser	20
4. Otros	4

Nota. Frecuencias absolutas

Como se puede observar, tanto jóvenes como adultos coinciden en que uno de los problemas más importantes es la falta de empleos dentro de la comunidad. Tanto en los

jóvenes como en mayores se manifiesta una valoración por la cultura, incluyendo su lengua y tradiciones. El respeto de los jóvenes a los mayores y la percepción de la necesidad de la educación formal son atributos importantes. Sin embargo, lo que resalta como obstáculos es la deficiente organización que tienen debido a la división por cuestiones partidarias. Sin duda son retos para las nuevas generaciones. En la sección de discusión se amplía este tema.

5.5. Alternativas para revertir la DT en Comachuén desde la perspectiva local

Las alternativas que surgen de la percepción local de la DT se pueden diferenciar desde la perspectiva de los jóvenes y desde la de los adultos o mayores.

5.5.1. Alternativas planteadas por los jóvenes

La pregunta lógica es qué acciones o programas han sido desarrollados en la comunidad para detener o revertir la DT. En este caso el proceso más importante, de acuerdo a la percepción local, fue la **deforestación**⁷⁷ por lo que las preguntas fueron centradas en ese proceso. De acuerdo a los resultados que se muestran en el **Cuadro 5.4.1**, el 50% de las respuestas indicaron que la deforestación es un problema difícil de resolver. Que se han intentado diversas acciones tales como multar a los que deforestan y revisar en las asambleas la importancia de conservar (sin dejar de aprovechar) el recurso forestal. El resultado es que “nadie hace caso”. Indican algunos que en ocasiones las mismas autoridades locales en turno participan en la deforestación. Otra percepción importante (33% de las respuestas) entre los jóvenes es que “se ha hecho muy poco” (para resolver el problema) y que “no hay conciencia” entre las personas que participan en la deforestación. Fueron escasas las respuestas que indicaron que se han tomado algunas acciones para proteger parte del bosque, como cercar y reforestar en algunas áreas o potreros.

Cuadro 5.5.1. Percepción de jóvenes sobre acciones que se han realizado en la comunidad para detener o revertir la DT. (Pregunta 13 *¿Qué se ha hecho en la comunidad para detener la deforestación?*).

⁷⁷ Es importante señalar que en este caso la **deforestación** mencionada por los informantes se refiere a la **degradación forestal**, esto es, el deterioro por extracción de madera, lo cual no implica un cambio de uso del suelo como sí ocurre en otras comunidades donde eliminan el bosque para introducir cultivo como el aguacate. En esos caso si se trata de deforestación.

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Diversas acciones pero es problema difícil y no se ha podido detener	50
2. Nada o muy poco, no hay conciencia	33
3. Cercar algunos bosques	8
4. Reforestar	4

Nota: Frecuencia absoluta.

El siguiente cuestionamiento a los jóvenes fue con relación a las posibles alternativas que consideran necesarias para combatir y revertir la DT. Los resultados de las entrevistas se presentan en el **Cuadro 5.5.2**, donde se puede apreciar que un poco más de la mitad de las respuestas (54%) mencionaron la creación de otras fuentes de empleo (diferentes al trabajo en la madera). Asimismo mencionaron de manera importante (46%) que es conveniente organizarse como comunidad para reforestar y restaurar las tierras. También mencionaron (38%) que hace falta una sensibilización ("concientización") a través de actividades de educación ambiental. Otras alternativas coercitivas como el encarcelamiento y la aplicación de multas a los "talamontes", así como la postura pesimista de que "no hay solución" y por lo tanto "no se puede hacer nada", fueron poco frecuentes.

Cuadro 5.5.2. Percepción de jóvenes sobre alternativas para combatir y revertir la DT y sobre quién debe tomar la iniciativa (Pregunta 14 y 14.19, *¿Qué alternativas habría a la deforestación?*).

Respuestas	Frecuencia (%)
1. Crear otras fuentes de empleo	54
2. Organizarnos para reforestar y restaurar las tierras	46
3. Concientización (educación ambiental)	38
4. Encarcelar a "talamontes" y multar a los jóvenes	8
5. Nada, no hay solución	4
<i>¿Quién debería tomar la iniciativa?</i>	
1. Autoridades y toda la comunidad	54
2. Toda la comunidad (SE PUEDEN SUMAR 1 y 2?)	38
3. Autoridades, profesionistas y "ecologistas"	8
4. Los que tienen propiedades	8
5. Los que tumban árboles	4

Nota. Frecuencia relativa.

Se cuestionó también sobre quién debe tomar la iniciativa en las acciones para revertir la DT. La mayor frecuencia de respuestas (54%) señaló que es una tarea de las autoridades

locales en conjunto con toda la comunidad. Otra parte (38%) solo indicó que toda la comunidad, y en menor proporción (8%) se indicó que deben ser las autoridades y personas que tienen alguna preparación en aspectos ambientales, a las cuales se refieren como “ecologistas”. En menor proporción se mencionó que la iniciativa y tarea de reforestar debe provenir de quienes tienen “propiedades” (8%), es decir los comuneros que cuentan con asignación de predios o potreros en el monte, y las personas que cortan los árboles (4%), es decir, los “talamontes” locales.

También se cuestionó a los jóvenes sobre las alternativas para revertir la DT en las tierras de uso agrícola y sobre la forma en que esas alternativas pueden ser desarrolladas (**Cuadro 5.5.3**). Sobre las primeras, la mayor parte de las respuestas (63%) indica que es necesario utilizar abonos orgánicos, mientras que otra fracción importante (50%) considera necesario que se utilicen los métodos tradicionales de manejo de la tierra. Ambas respuestas son complementarias ya que el sistema tradicional de manejo de la tierra incluía el uso de abonos orgánicos. En menor proporción se plantearon otras alternativas que se refieren a la rotación de cultivos y empleo de cultivos alternativos (13%) así como la utilización “racional” de los fertilizantes (13%). También se obtuvieron respuestas un tanto conformistas o pesimistas en el sentido de que no hay problemas en la agricultura (4%) y que no hay alternativas (4%).

Cuadro 5.5.3. Alternativas para revertir la DT en tierras agrícolas desde la perspectiva de los jóvenes (Preguntas 15 y 15.1)

Respuestas	Frecuencia (%)
<i>¿Qué alternativas habría para mejorar la agricultura?</i>	
1. Usar abonos orgánicos	63
2. Usar métodos tradicionales y mejor uso de la tierra	50
3. Rotación y cultivos alternativos	13
4. Usar racionalmente los fertilizantes	13
5. No hay problema en agricultura	4
6. No hay alternativas	4
<i>¿Cómo se podrían llevar a cabo?</i>	
1. Con apoyo en capacitación	63
2. Organizándonos y participando todos	25
3. Trabajando adecuadamente la tierra	13
4. No hay respuesta o no sabe cómo	13

Nota. Frecuencia relativa

Enseguida también se cuestionó sobre la manera en que se pueden desarrollar las alternativas que se plantean, y la mayoría de las respuestas (63%) indicó que a través de

la capacitación (en el manejo adecuado de la tierra). Una fracción menor pero también importante (25%) mencionó que se pueden llevar a cabo acciones a través de la organización y participación de todos. En menor proporción se indicó que para ello se requiere trabajar adecuadamente la tierra (13%) y otros más no saben o no dieron una respuesta (13%).

Como se puede observar los jóvenes están conscientes de la necesidad de alternativas, que por cierto plantean diversas opciones que pueden ser complementarias, sin embargo la percepción generalizada es que bajo las condiciones de organización ineficiente de la comunidad poco se puede hacer para revertir la DT. Asimismo, de acuerdo a las entrevistas se sabe que ha habido iniciativas que involucran a los jóvenes como son la participación de los mismos en las asambleas y su inclusión en algunos programas de reforestación de manera aislada, es decir, por grupos de beneficiarios. Sin embargo ha hecho falta que se tomen iniciativas en conjunto. Muy probablemente faltan liderazgos que promuevan acciones de este tipo, pero bajo las circunstancias de división de la comunidad sea complicado lograrlo.

5.5.2. Alternativas planteadas por los adultos

Con relación a las alternativas por parte de los adultos, se les cuestionó sobre el conocimiento de programas de conservación de tierras en la comunidad y sobre las alternativas para recuperar o restaurar las tierras (**Cuadro 6.6.4**). En este caso no se especificó sobre tierras forestales o tierras de uso agrícola. Con relación a la primera parte, la mayoría de las respuestas (60%) fue que sí ha habido programas de conservación de tierras, mientras que otra parte menor (28%) contestó que no los ha habido. Un fracción mucho menor (12%) indicó no saber al respecto. Con relación a qué acciones específicas se requieren para restaurar las tierras, la gran mayoría de las respuestas (88%) indicaron que es a través de la reforestación como se pueden restaurar (rehabilitar) las tierras, así como “hacer conciencia en la gente” (se interpreta como sensibilizar) y buscar otras alternativas de restauración (8%). Al igual que otras preguntas, también hubo alguna postura pesimista de que “ya no se puede hacer nada” (4%).

Cuadro 5.5.4. Perspectiva de los adultos sobre conservación y alternativas para restaurar las tierras (Preguntas 13 y 17)

Respuestas	Frecuencia (%)
------------	----------------

<i>¿Ha habido programas de conservación de tierras?</i>	
1. Sí	60
2. No	28
3. No lo sé	12
<i>¿Qué se puede hacer para recuperar o restaurar esas tierras?</i>	
1. Reforestar con pinos y otros árboles	88
2. Hacer conciencia en la gente y buscar una alternativa de restauración	8
3. Ya nada, ya se han labrado mucho	4

Nota. Frecuencia absoluta.

Cuando los adultos contestan que sí ha habido programas de conservación de las tierras se refieren a programas de reforestación y algunas obras de conservación de suelos que se realizaron hace algunas décadas. La diferencia básica entre jóvenes y adultos es que los segundos tienen la experiencia de acciones de reforestación y conservación de tierras que los primeros no conocen, aunque sí tienen referencias, y aunque dichas acciones no tuvieron la amplitud y continuación necesaria, dejaron un buen precedente para la percepción más enfocada a la reforestación, como acción prioritaria, de los adultos en cuanto a acciones concretas para revertir la DT. No obstante, también se puede denotar que los jóvenes plantean un mayor número de alternativas de manejo de la tierra lo que posiblemente se deba a que tienen mayor información de los procesos que conllevan a la DT desde el conocimiento técnico.

5.5.3. Otras opiniones sobre alternativas de restauración de tierras

Aunque muchas de las personas entrevistadas (19 de 25) no hicieron comentarios adicionales sobre el tema de la restauración de tierras, se recabaron algunas ideas que vale la pena comentar.

Mejorar el manejo de la tierra. Consideran que las tierras son de buena calidad, pero “hay que cuidarlas, trabajarlas bien y abonarlas”. Al respecto consideran muy necesario “detener la erosión de la tierra”, para lo cual requieren de “asesoría sobre cómo conservar la tierra” y de “apoyos para maquinaria”. También señalan que es necesario realizar las labores de preparación de la tierra a la manera tradicional o cual implica “arar en tiempo de lluvias para que se conserve la humedad”. Las labores principales son arar, cruzar y surcar. También consideran importante “dejar descansar las tierras al menos un año” para que “recupere su fuerza”. De hecho ésta última opción es la que han hecho en

la región y se conoce como sistema de *maíz de humedad de año y vez*, la cual, desde nuestro punto de vista no es suficiente para restaurar la fertilidad de los suelos agrícolas.

Regresar al uso de abonos orgánicos. También consideran muy necesario regresar al uso de los abonos orgánicos como lo hacían antes, porque consideran que son buenos para los cultivos y además no dañan la tierra. Sugieren que se sustituyan los fertilizantes por abonos orgánicos pero requieren de capacitación para la producción de esos abonos, así como otro tipo de apoyos que contribuyan a una mejor producción. Algunos sugieren que una buena práctica puede ser “aplicar más abono orgánico en las parte de la tierra que sean más corrientes”.

Rotación y diversificación de cultivos. Algunos agricultores consideran que se debe practicar la rotación de cultivos y “no sembrar solo maíz que se plaga” lo que se interpreta que por la siembra continua de maíz las tierras se deterioran disminuyendo su fertilidad. También consideran que es conveniente que esa rotación puede ser posible sembrando más frijol, trigo y haba, ya que las tierras guardan buena humedad.

Comentarios de adultos sobre aspectos históricos del manejo de la tierra en la comunidad

La mayoría de los adultos proporcionaron información adicional sobre el manejo de la tierra. Los aspectos que resaltan se pueden agrupar en los siguientes dos temas:

“Antes la siembra era con yunta de bueyes”. Señalan que “antes se sembraba con yunta, no con tractor como hoy”. Consideran que las costumbres de antes, incluyendo la forma de trabajar la tierra, eran mejores que ahora. Refieren que la gente que usa tractor es “floja” porque “ya no quieren trabajar como antes”. Que el uso del tractor se introdujo hace unos veinte años. Que además de yunta, usaban tronco, arado de palo, abono de res y caballo y que “se daban mejores cosechas”. Que en algunos casos revolvían la tierra de encino con el abono de res y así lo aplicaban.

“Antes no se usaban los fertilizantes”. Indican que “antes no se utilizaban los fertilizantes, sólo estiércol de res, y se daba muy buena milpa y el maíz no se picaba”.

También se “sembraban hortalizas y mucho frijol”. “ahora las tierras están cansadas y requieren fertilizantes, y se daba bien, alcanzaba para comer y para darle a los animales”.

Los aspectos anteriores son componentes de la agricultura tradicional que, aunque tiende a modificarse o en el peor escenario a desaparecer, hace unas décadas atrás se practicaba en diversas otras comunidades de la región (Alarcón-Chaires, Pulido y Bocco, 2003; Romero, 1996) y según algunas referencias el arado de palo con yunta de bueyes fue introducido a principios del siglo XVI (West, 1946)

En este caso, los agricultores adultos de Comachuén parecen estar convencidos de que el manejo tradicional fue mejor que el que se realiza actualmente. Desde nuestro punto de vista, **la DT en tierras agrícolas es resultado de la conjunción de efectos tanto de los cambios en el manejo de la tierra (tiempo de labranza, uso de aperos de labranza “más agresivos”, uso de fertilizantes) y de la escasa restitución de materia orgánica (MO) al suelo.** Esto es, aun cuando no se hubieran introducido los fertilizantes y el arado de fierro, el proceso de pérdida de fertilidad del suelo se hubiera seguido dando, tal vez un poco más lento pero de cualquier manera su tendencia sería a la disminución debido a que las cosechas extraen más nutrientes que los que se restituyen a través de la escasa incorporación de residuos de cosecha, o el escaso abonamiento con estiércoles, y peor aun en la ausencia de abonamiento.

5.6. La DT desde la perspectiva técnica

En este apartado se presentan observaciones y mediciones realizadas para la evaluación de la DT desde la perspectiva técnica en Comachuén, para lo cual se abordaron diversos aspectos agrupados en dos secciones. La primera sección trata de los elementos útiles en la evaluación de la DT y comprenden los siguientes: 1) El recurso suelo/tierra, 2) Rendimientos de maíz como cultivo principal, y 3) cobertura de terreno. Posteriormente se hace una valoración de la DT con base en los aspectos anteriores, haciendo un análisis de las potencialidades e implicaciones de los elementos ya señalados en relación con la DT, para lo cual se consideraron los siguientes rubros: 1) Factores y procesos, 2) Estado de la DT, 3) Impactos y respuestas, y 4) Alternativas a la DT.

5.6.1. Elementos para la evaluación de la DT desde la perspectiva técnica

5.6.1.1. El recurso suelo/tierra

Ambientes para la producción agrícola y forestal

En términos generales se pueden ubicar tres condiciones, o ambientes para la producción agrícola y forestal, dentro del área de estudio:

- (1) Parte alta (más de 2600 msnm), con clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano, denominada localmente *tierras frías*, donde se encuentra vegetación de pino encino, relictos de bosque templado y vegetación arbustiva secundaria, y tierras de cultivo.
- (2) Parte baja (menos de 2600 msnm), con clima templado subhúmedo con lluvias en verano, llamada localmente *tierras calientes*, con uso agrícola y presencia de algunos relictos de vegetación de bosque de pino-encino.
- (3) Vertiente sur de la comunidad, con dirección sur a partir del cerro de La Bandera, a menos de 2000 msnm, con clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano. Con relictos de vegetación de bosque de pino encino y huertas frutícolas (aguacate) en algunas porciones. En esta parte la comunidad tienen poco control sobre el uso de la tierra y es precisamente donde se ubica el conflicto agrario aun no resuelto con la comunidad de Tingambato.

Esta diferenciación de “ambientes para la producción”, propuesto desde la perspectiva técnica agronómica, coincide con la diferenciación de unidades de paisaje al nivel de comunidad definido desde el conocimiento local (ver **Figura 5.6.1**) y está basado principalmente en el clima, la fisiografía y en el tipo de tierra, y sus principios también son similares al del enfoque de zonificación agroecológica utilizado por la FAO, aunque definidos de una manera más simple, con propósitos prácticos e integrando el conocimiento local.

En la **Figura 5.6.1** se muestra un esquema del perfil fisiográfico del área de la comunidad de estudio compuesto de dos secciones: 1) visto desde el Este, cerro Los Cuates, hasta la cima del cerro La Virgen, y 2) visto de Norte a Sur, desde la cima del

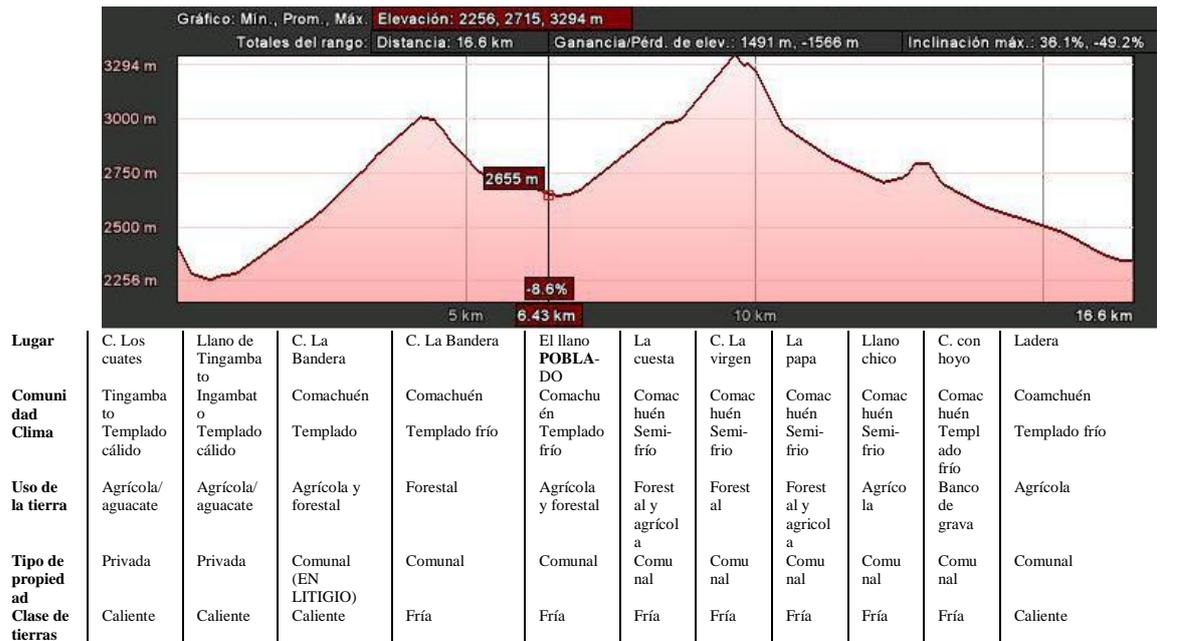


Figura 5.6.1. Perfil fisiográfico del área de estudio mostrando los diferentes componentes físico-naturales, uso y clase de tierra, y régimen de propiedad en la comunidad de Comachuén, Michoacán.

cerro La Virgen hasta el paraje El Pozo. En la gráfica los transectos aparecen en línea recta pero en realidad hacen escuadra en la cima del cerro La Virgen.

Perfiles de suelo – Ubicación y uso de la tierra

Para conocer los tipos de suelo en relación con su uso, y su estado de conservación/degradación, se describieron perfiles de suelo en campo, para lo cual se hizo un transecto (**Figura 5.6.2**) abarcando dos tipos de uso de la tierra: a) Agrícola–pecuario y (b) Forestal– pecuario. Se describieron en total 13 perfiles de suelo de los cuales ocho son de uso agrícola-pecuario y cinco de forestal-pecuario. Esta distribución corresponde de manera aproximada a las clases *tierras calientes* y de *tierras frías*. Sin embargo hay un perfil (#7) el cual es de uso agrícola-pecuario y que se ubica, con base en su altitud, como parte de la *tierra fría*. La descripción de perfiles se realizó en los meses de enero a mayo de 2009, coincidiendo con la época seca del año. En el **Cuadro 5.6.1** se indican los datos geográficos más importantes de los sitios, en tanto que en el **Cuadro 5.6.2** se indican algunos datos de uso y clase de tierra de esos sitios.

En cada uno de los sitios se hizo un pozo edafológico que, para el uso agrícola-pecuario, fue ubicado en la porción central del predio. Se realizó la descripción del sitio y del perfil del suelo de acuerdo a los procedimientos estándares (FAO, 2009). Se registraron

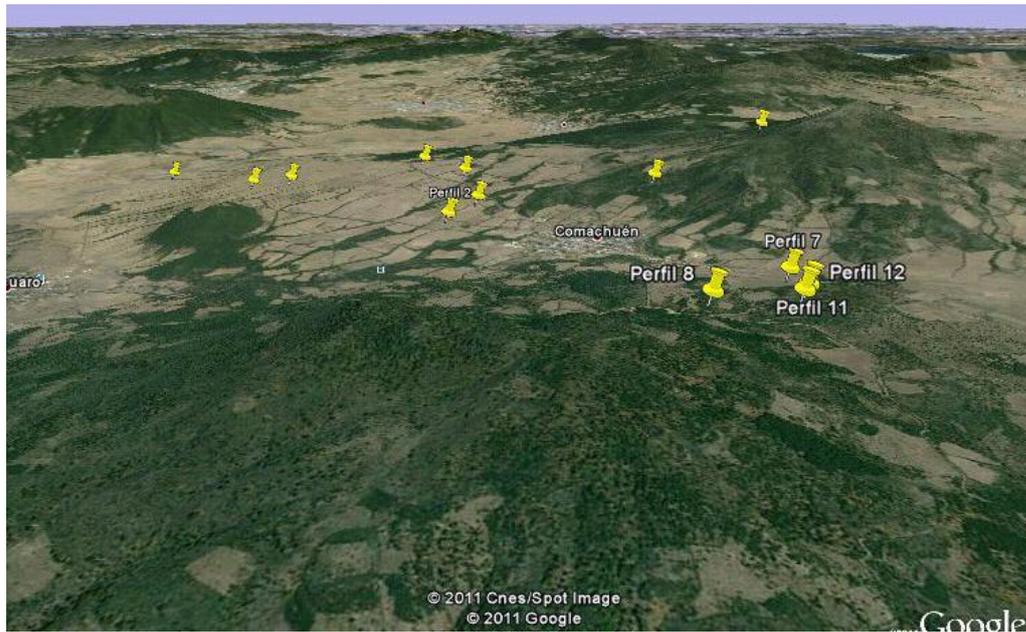


Figura 5.6.2. Croquis de ubicación de sitios de perfiles de suelo en Comachuén.

Cuadro 5.6.1. Datos geográficos y topográficos de los sitios de perfiles de suelo en Comachuén.

Sitio	Altitud (msnm)	Latitud N*	Longitud W*	Pendiente. ⁷⁸ (%)	Exposición
1	2360	19.60	-101.94	9	SE→NW
2	2590	19.58	-101.91	5	NE→SW
3	2670	19.59	-101.92	14	E→W
4	2530	19.59	-101.93	18	NE→SW
5	2570	19.59	-101.93	12	NE→SW
6	2610	19.58	-101.91	6	N→S
7	26.70	19.56	-101.90	1	E→W
8	2730	19.56	-101.90	6	SW→NE
9	2790	19.58	-101.90	20	SW→NE
10	2680	19.59	-101.91	13	NE→SW
11	2730	19.56	-101.90	14	S →N
12	2750	19.56	-101.90	4	S→N
13	3030	19.59	-101.89	32	E→W

*Coordenadas UTM.

algunas propiedades organolépticas de las capas del perfil y se tomaron muestras para ser analizadas en laboratorio. En la **Figura 5.6.3** se muestran fotos panorámicas de los sitios

⁷⁸ Dato obtenido usando perfil de elevación de Google Earth.

donde se describieron perfiles de suelo. En tanto en la **Figura 5.6.4** se muestran fotografías (en baja resolución⁷⁹) de dichos perfiles.

Al igual que en la mayor parte de la así denominada Meseta Purépecha, y en estos pisos altitudinales, los suelos de esta comunidad son de origen volcánico, con características de los Andosoles⁸⁰, los cuales normalmente son profundos, con alto contenido de materia orgánica en las capas superficiales, densidad aparente baja (0.85 g/cm³ o menor), de consistencia suelta o suave, y estructura débilmente desarrollada y alta capacidad de retención de humedad, entre otras características y propiedades (Alcalá *et al.*, 2009).

Cuadro 5.6.2. Datos de identificación y uso de la tierra de los sitios de perfiles de suelo en Comachuén.

Sitio	Paraje o predio	Uso de la tierra, (UT)	Sistema de UT ⁸¹ (año 2009)	Clase de tierra (local)	Tipo de tierra (local)
1	<i>El pozo</i>	Agrícola	Año con año, maíz orgánico (transición)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
2	<i>Huéramani</i>	Agrícola	Año con año, maíz orgánico (transición)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
3	<i>El tejocote ancho</i>	Agrícola	Año con año, maíz orgánico (transición)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
4	<i>Chárhin</i>	Agrícola	Año y vez, maíz orgánico (transición)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
5	<i>Adárhukurani</i>	Agrícola	Año y vez, maíz tradicional (químico)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
6	<i>Huéramni 2</i>	Agrícola	Año con año, maíz tradicional (químico)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
7	<i>Pakua sapichu</i>	Agrícola	Año con año, maíz tradicional (químico)	Fría	<i>Turhípiti</i>
8	<i>Tsótzirhu</i>	Forestal	Bosque de encino-pino (relictos)	Fría	<i>Turhípiti</i>
9	<i>Terhúinchimani</i>	Forestal	Bosque de pino, buen manejo (conservado)	Fría	<i>Turhípiti</i>
10	<i>Sharari k'undí</i>	Agrícola	Año con año, maíz orgánico (transición)	<i>Caliente</i>	<i>Topure</i>
11	<i>Pinhurisii (El Pinal)</i>	Forestal	Bosque de pino (deforestado)	Fría	<i>Turhípiti</i>
12	<i>Pinhurisii (El Pinal) 2</i>	Forestal	Bosque de pino y cedro blanco (relictos)	Fría	<i>Turhípiti</i>
13	<i>El pinabete</i>	Forestal	Bosque de oyamel (pinabete)	Fría	<i>Turhípiti</i>

⁷⁹ Para detalles de los perfiles descritos se refiere al **Anexo 5**.

⁸⁰ En este trabajo no fue posible contar con datos suficientes para clasificar los suelos, pero de acuerdo a los datos de campo y laboratorio que se presentan, y con base la información del Mapa Digital de México de INEGI (<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/mapadigital/>), además de estudios de la región con suelos similares (Alcalá *et al.*, 2001; Alcalá *et al.*, 2009; ; Cruz, 1996; Siebe *et al.*, 2003), se asume que son andosoles o tienen algunas propiedades ándicas.

⁸¹ Los productores cooperantes indican que las tierras de bosque son de reforestación (30 o 40 años antes)



Figura 5.6.3. Panorámica de los sitios de descripción de perfiles de suelo.

En la comunidad bajo estudio, los suelos pueden agruparse de manera general, de acuerdo a su uso, en tierras forestales y tierras agrícolas. Esta es una primera forma de clasificarlas. La mayoría de los suelos descritos están en pendientes (fuertes de 12.4 a 31.5% y ligeras a moderadas de 1.4 a 8.6%). De manera tradicional los agricultores han seleccionado los sitios más planos o con menor pendiente para propósitos de uso agrícola, en tanto que los de pendientes fuertes se dejan para uso forestal, pecuario (pastoreo) y vegetación natural.

Morfología de suelos – Aspectos sobresalientes

En la **Figura 5.6.4** se muestran fotos de campo de los perfiles de suelo descritos. La morfología y características de estos suelos varían principalmente en la secuencia de horizontes, en la textura, la presencia de capas de ceniza volcánica endurecida cementada (*tepetate*), la humedad de campo, la acidez (estimada con pH), el contenido de materia orgánica, y la actividad biológica.

Secuencia de horizontes. Los suelos forestales presentan horizonte O (orgánico o “mantillo”) en diferentes grados de descomposición, en tanto que en los suelos agrícolas está ausente. En algunos casos de suelos agrícolas, se presenta de manera incipiente un “piso de arado”, inmediatamente por debajo de la capa superior (a la profundidad de 20 o 30 cm). En algunos suelos se presentan rasgos de acumulación de arcillas (recubrimientos y cambio de textura de media a fina).

Textura. Es una propiedad variable dentro de los perfiles de suelo. En general todos los suelos presentan texturas medias y finas (determinación al tacto), con diferentes contenidos de arena, limo y arcilla. La clase textural “franco arcillo arenosa” es muy frecuente. Las texturas gruesas (arenosa) corresponde a las capas de ceniza volcánica, la cual es en general el material parental principal (ver más abajo). En algunos parajes de la comunidad, dentro de la parte baja que los locales llaman tierras calientes, por ejemplo en el paraje *Huéarmani*, existen porciones de tierra con suelos de textura gruesa (franco arenosa, arena francosa y arena), localmente conocidas como *arenosas* o *t’upur’i cutzár’i*, donde, según los productores, “no crece bien el cultivo”, lo cual se considera que es debido a baja capacidad de retención de agua nutrientes de las tierras de textura gruesa.

Paleosuelos o “*suelos enterrados*”. En la mayoría de los 12 perfiles descritos en campo se encontraron evidencias de suelos que fueron desarrollados previamente, y muy probablemente bajo otras condiciones de clima, vegetación y material parental. En la literatura científica a este tipo de suelos se les denomina paleosuelos o “suelos enterrados”⁸². En la comunidad de estudio estos suelos fueron más evidentes en los perfiles 4, 5 y 7, localizados en el paraje *Andárhukurani*, situado en la parte baja de la vertiente W del cerro La Virgen. En esa área es donde los agricultores indican la presencia de tierras buenas, y queda dentro de las que llaman *tierras calientes* con base en la temperatura (apreciación cualitativa de los agricultores), Dichos paleosuelos presentan horizontes con estructura bien desarrollada y con texturas más finas, características que le confieren ciertas propiedades como se discute más adelante.

⁸² Para efectos de este trabajo, ambos términos significan lo mismo, ya que en la literatura científica no hay consenso en las definiciones que las puedan diferenciar de manera clara (Imbellone, 2011). Para las condiciones y objetivos de este trabajo preferimos el uso del término paleosuelo para resaltar su origen natural y evitar confusiones con suelos enterrados por actividad antrópica.

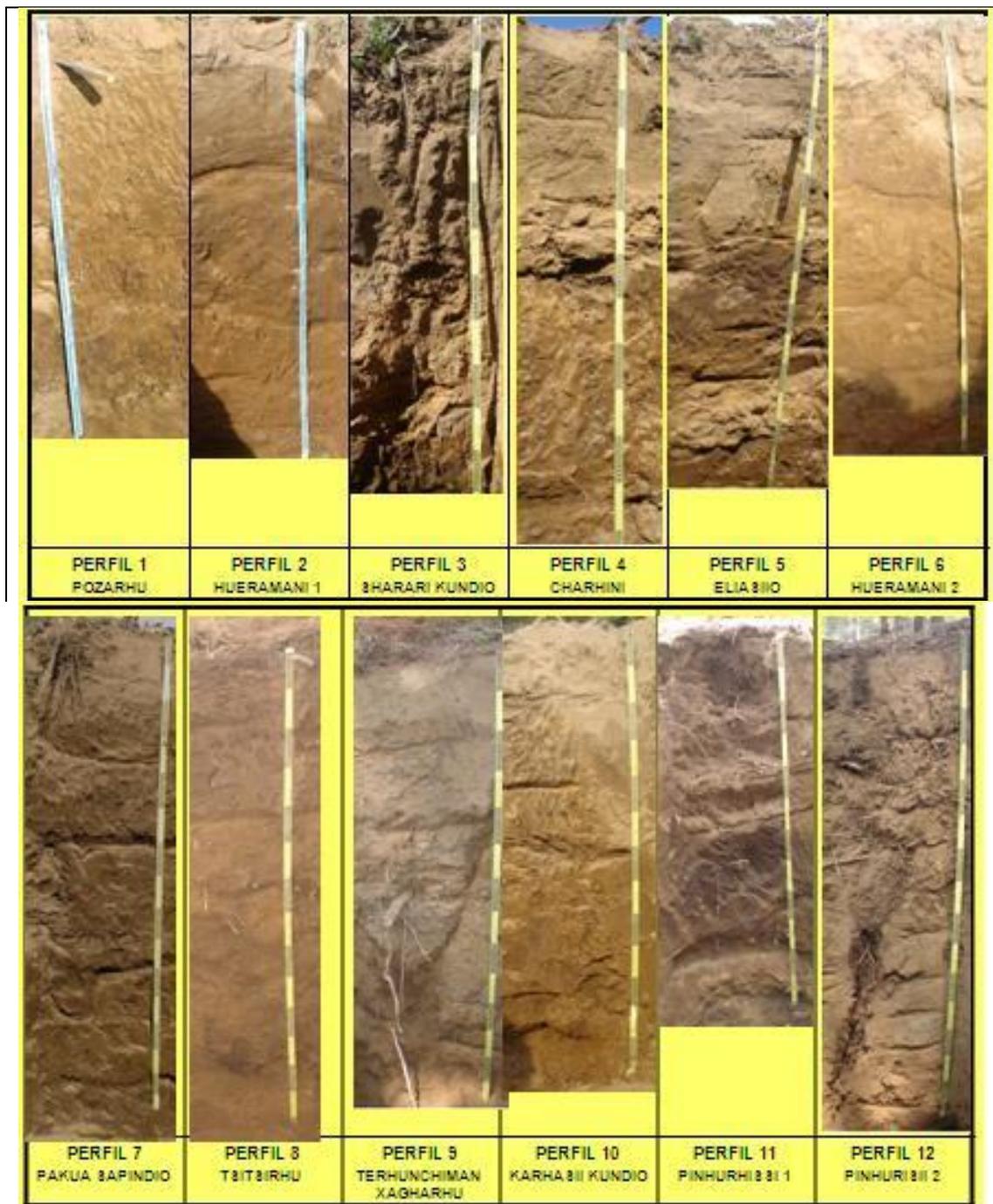


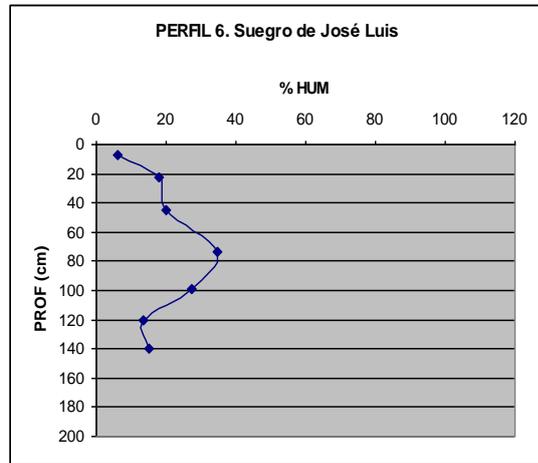
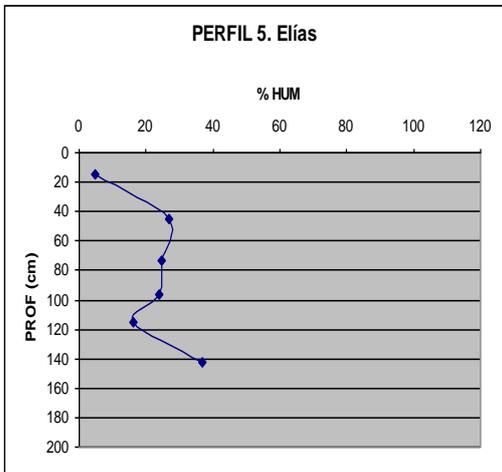
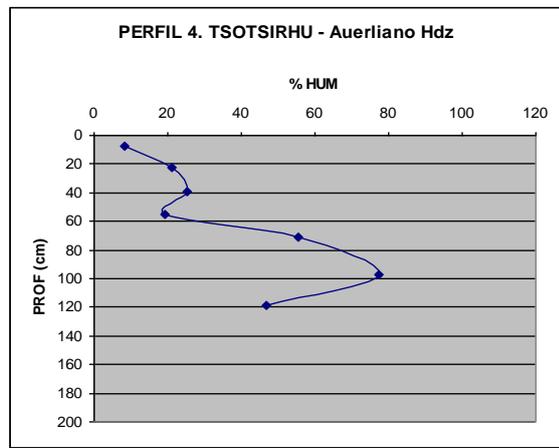
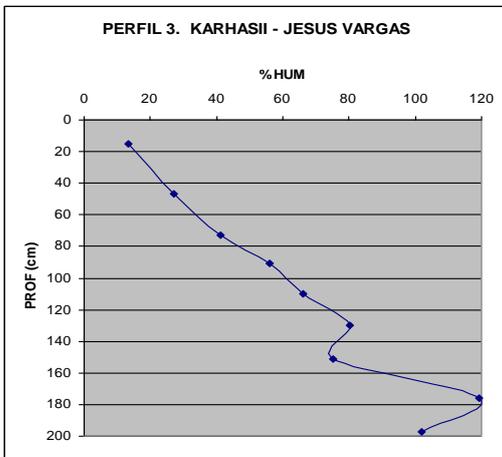
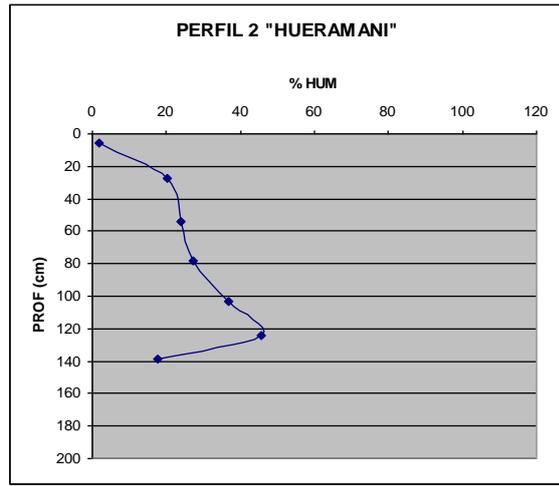
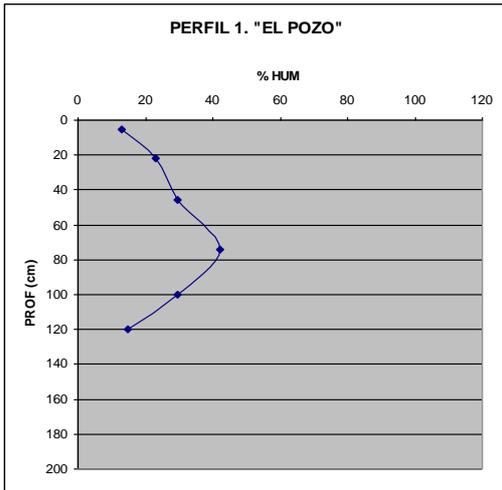
Figura 5.6.4. Fotos de perfiles de suelo descritos en Comachuén, Michoacán (2009).

Presencia de ceniza volcánica. En la mayoría de los suelos se observaron capas de ceniza volcánica, la cual se supone es el material parental, en diferentes grados de intemperismo. El grado de alteración o intemperización de estos materiales es una función de su edad de deposición (a mayor edad mayor alteración), de su acidez o basicidad (a mayor basicidad mayor propensión a la alteración), de su granulometría (a mayor calibre más superficie expuesta), de su posición en el terreno (las zonas más bajas con mayor tendencia a alteración por temperatura, por un lado, y por otro, los materiales depositados en zonas

de baja pendiente igualmente con mayor propensión a la alteración). En áreas localizadas, malpaíses y cimas de las montañas (Cerro La bandera y Cerro la virgen) el material parental lo componen rocas ígneas extrusivas.

Actividad biológica o bioturbación. Los suelos son muy porosos y de texturas medias y gruesas en la parte superficial, condición que propicia que la fauna silvestre construya fácilmente sus galerías en ellos. El roedor típico que habita en estas áreas es la tuza (poner otro nombres y género tentativo), la cual además de ser una plaga muy fuerte en los cultivos, principalmente para el maíz, también contribuye a la formación de los suelos. Su trabajo consiste en formar grandes distancias de galerías más o menos superficiales (a profundidad de 40 a 70 cm), con lo cual se mueven grandes cantidades de suelo. Al expulsar el suelo, formando montículos, propician un mezclado del suelo de las capas superficiales.

La humedad del suelo en campo. Como se indicó anteriormente, la descripción de perfiles de suelo se realizó en la época seca del año (febrero-mayo), por lo que se consideró importante hacer mediciones de la humedad del suelo en campo. Esto se realizó tomando muestras de las diferentes capas de suelo y llevándolas a laboratorio para determinar su humedad por el método gravimétrico. En la **Figura 5.6.5** se muestran las curvas de humedad por capas de suelo de los perfiles descritos. Los suelos que presentan mayor humedad en algunas de sus capas (perfiles 3, 4, 5, y 10) también presentan capas de textura arcillosa de paleosuelos. De manera preliminar se puede ver que el contenido de humedad está directamente relacionado con la profundidad y la textura del suelo; a mayor profundidad y textura más fina, mayor la humedad que se almacena en el suelo. Esta condición tiene implicaciones favorables en el desarrollo de los cultivos, ya que la humedad está disponible en mayor cantidad en los suelos



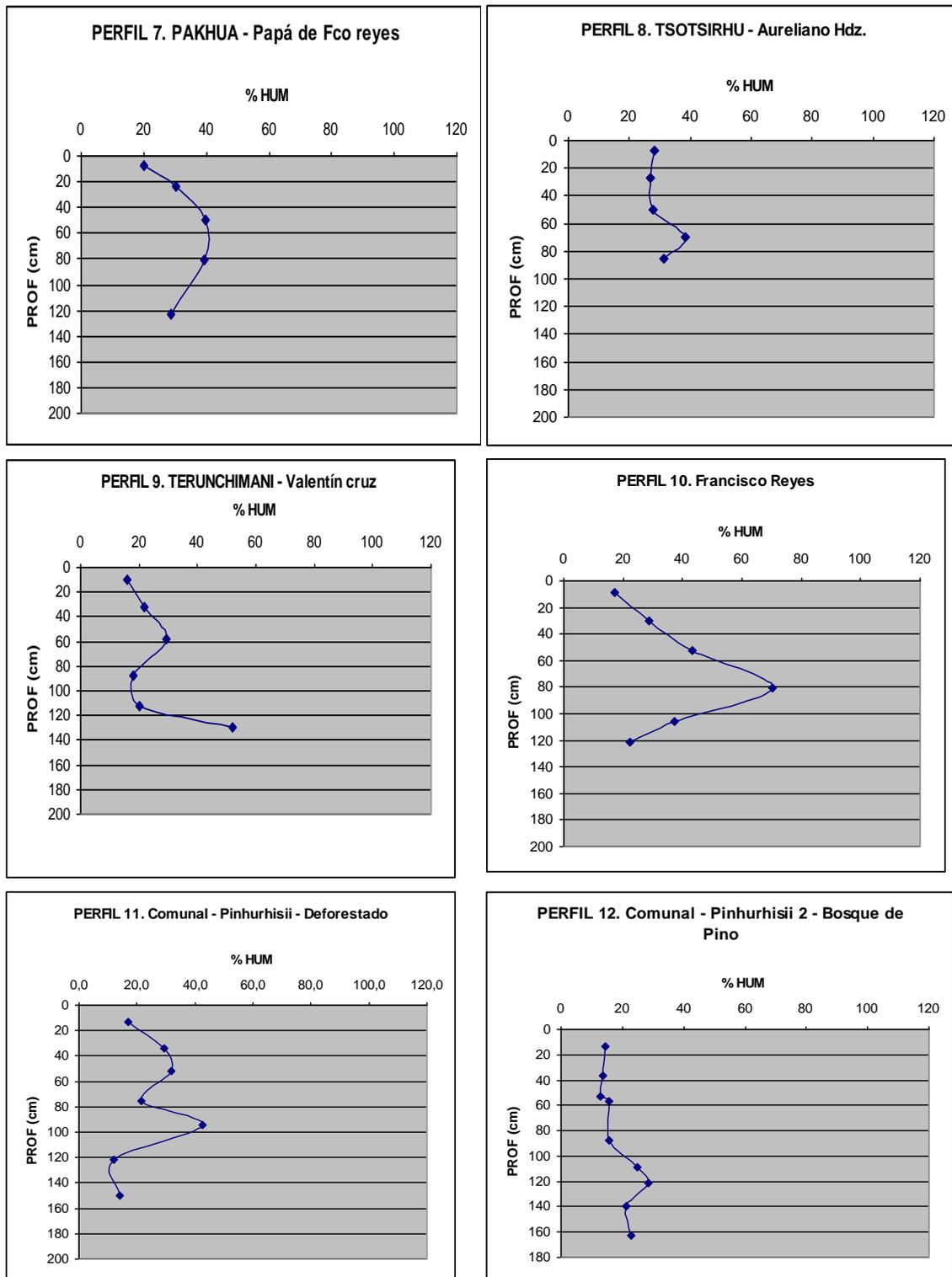


Figura 5.6.5. Gráficas de humedad de campo en perfiles de suelo de Comachuén (Enero a mayo de 2009).

En términos generales podemos resaltar que:

- * La capa superficial siempre se encontró más seca que las demás capas subsuperficiales

- * La curvas de humedad no tienen una forma homogénea en los diferentes perfiles
- * En algunos suelos hay capas subsuperficiales que contienen significativamente mayor humedad lo que se asocia a una textura más fina en dichas capas.
- * La reserva de humedad del suelo parece ser suficiente como para soportar vegetación arbórea, tales como bosque de pino o encino, o especies para otros propósitos como árboles frutales.

Infiltración de agua en capa superficial de suelo

Con el propósito de contar con datos que demuestren el efecto del uso y presencia de la capa orgánica superficial sobre la capacidad del suelo para absorber el agua, simulando un evento extremo de precipitación pluvial, se realizaron pruebas de campo de infiltración de agua en cada uno de los perfiles de suelo. Para las mediciones se utilizó un cilindro de vidrio transparente de 19 x 10 cm de largo y diámetro, respectivamente, con ambos extremos abiertos. Se introdujo el cilindro en 3 cm, se colocó una lámina de 15 cm de agua, dejando un espacio libre de 1 cm en el borde superior. Para hacer los registros de tiempo/lámina, en cada sitio se colocó una cinta adhesiva a lo largo del cilindro (**Figura 5.6.6a**) sobre la cual se fueron marcando el nivel superior de la lámina de agua, registrando un dato por minuto. Los resultados se muestran en la gráfica de la **Figura 5.6.6b**.

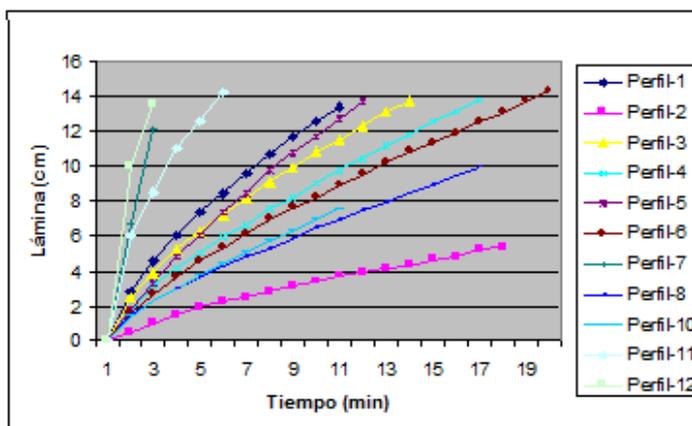
Las mediciones en las tierras agrícolas fueron hechas sobre la capa superficial (Ap o capa arable), mientras que en las tierras forestales se hizo sobre la capa orgánica semi-descompuesta (*Oe*), para lo cual se removió la capa de material orgánico u hojarasca (*Oi*).

Ventaja. Es un procedimiento muy sencillo que tiene la ventaja de ser reproducible y utilizable en campo para demostraciones con los productores locales.

Nota. Mencionar la consideración de que en el primer minuto no se incluye la caída del agua mientras se deposita la lámina inicial necesaria de 15 cm. Además, la caída del agua puede estar alterando la estructura del suelo o capa orgánica.



(a)



(b)

Figura 5.6.6. Prueba de infiltración en capa superficial de perfiles de suelo en Comachuén, Michoacán: (a) Cilindro utilizado en campo; (b) Curvas de infiltración.

Cuadro 5.6.3. Datos de campo adicionales de los perfiles y sitios para pruebas de infiltración en campo.

	Número de perfil										
	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12
CAPA	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Ap	Oe	Ap	Ap	Oe	Oe
USO	Agr	Agr	Agr	Agr	Agr	Agr	For	Agr	Agr	For	For
COND	NB	BA	NB	NB	NB	NB	CM	NB	BA	CM	CM
CAN	M	M	M	M	M	A	NC	M	T	NC	NC
USUA	FR	JL	JV	AH	EB	JL	AH	FR	FR	COM	COM

Siglas utilizadas

CAPA: Se refiere a la designación técnica de la capa sobre la que se midió la infiltración.

USO: Es el uso principal a que se destina la parcela o predio. Agr (agrícola); For (forestal). En ambos usos está presente el uso pecuario a través del pastoreo libre.

COND: Es la condición al momento de la medición de campo. BA (barbechado); NB (no barbechado); CM (con mantillo).

CAN: Cultivo inmediato anterior. M (maíz); A (avena); T (trigo); NC (no cultivado)

USUA: Usuario, FR (Francisco Reyes); JL (José Luis Sebastián); JV (Jesús Vargas); AH (Aureliano Hernández); COM (comunal).

NOTA: El Perfil 9 no fue medido por lo que no aparece en la gráfica.

Algunos datos sobresalientes sobre la prueba de infiltración son los siguientes:

1. Los perfiles 7, 11 y 12 (de uso forestal), cuya medición de infiltración fue hecha en la capa orgánica superficial (Oe), son los que mostraron la infiltración más rápida debido al mayor nivel de materia orgánica, y su consecuente alta porosidad.
2. Los perfiles 10, 8 y 2, (de uso agrícola) presentaron las infiltraciones más lentas, coincidiendo que las parcelas de los perfiles 10 y 2 estaban aradas (“barbechadas”) al momento de la medición. Por su parte el perfil 8 es de un suelo con consistencia firme). Por su parte el perfil 2, que es el que presenta la

infiltración más lenta, presentaba una estructura de tipo partícula simple (polvo muy suelo) al momento de la determinación. (Nota: La prueba de infiltración se hizo posterior a la descripción de perfil de suelo).

3. Los perfiles 3, 5 y 1 presentaron una infiltración rápida posiblemente debido a que la estructura de la capa superficial estaba poco alterada y a un posible alto contenido de arena.
4. Los perfiles 4 y 6, presentaron una infiltración moderada debido aparentemente a una estructura superficial de partícula simple.

Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo es un concepto relativo que depende del tipo de uso, aunque normalmente es valorado con respecto al contenido de materia orgánica, el pH (reacción o potencial de hidrógeno) y el contenido y balance de nutrimentos esenciales para las plantas. Los valores de materia orgánica (MO) y reacción o potencial de hidrógeno (pH) se muestran graficadas en la **Figura 5.6.7**.

Materia orgánica del suelo. En el caso de los suelos de Comachuén, la dinámica y el contenido de materia orgánica de los suelos se aprecia en los siguientes aspectos:

- (1) Hay mantillo (conforma el horizonte O) en los suelos forestales (perfiles 8, 9, 11, 12 y 13). El espesor es más bien bajo ya que no rebasa los 15 cm, y además no muestran todos los sub-horizontes orgánicos (*Oi*, *Oe* y *Oa*).
- (2) En función de la altitud. A mayor altitud, mayor acumulación de materia orgánica. Las tierras frías (más de 2600 msnm) acumulan más materia orgánica debido a que las temperaturas son más bajas y de este modo *se reduce* la mineralización de los residuos orgánicos, lo cual eventualmente propicia que el balance favorezca la acumulación en lugar de la descomposición o mineralización. El ejemplo más objetivo es el suelo del perfil 7, el cual muestra rasgos de los típicos Andosoles, antes llamados Andosoles húmicos (INEGI, 1985).
- (3) Los suelos agrícolas no presentan mantillo, ya que su materia orgánica superficial ha sido removida por diversos factores y condiciones: a) remoción de la cobertura vegetal original, b) labranza del suelo en pendientes moderadas a fuertes, c) erosión hídrica y eólica, d) fragilidad del suelo, e) escasa restitución de materiales orgánicos; f) alta precipitación pluvial,

(4) Como puede apreciarse en la **Figura 5.6.7**, en la mayoría de los casos el contenido de materia orgánica es descendente conforme a la profundidad del perfil, salvo en los casos donde hay suelos enterrados.

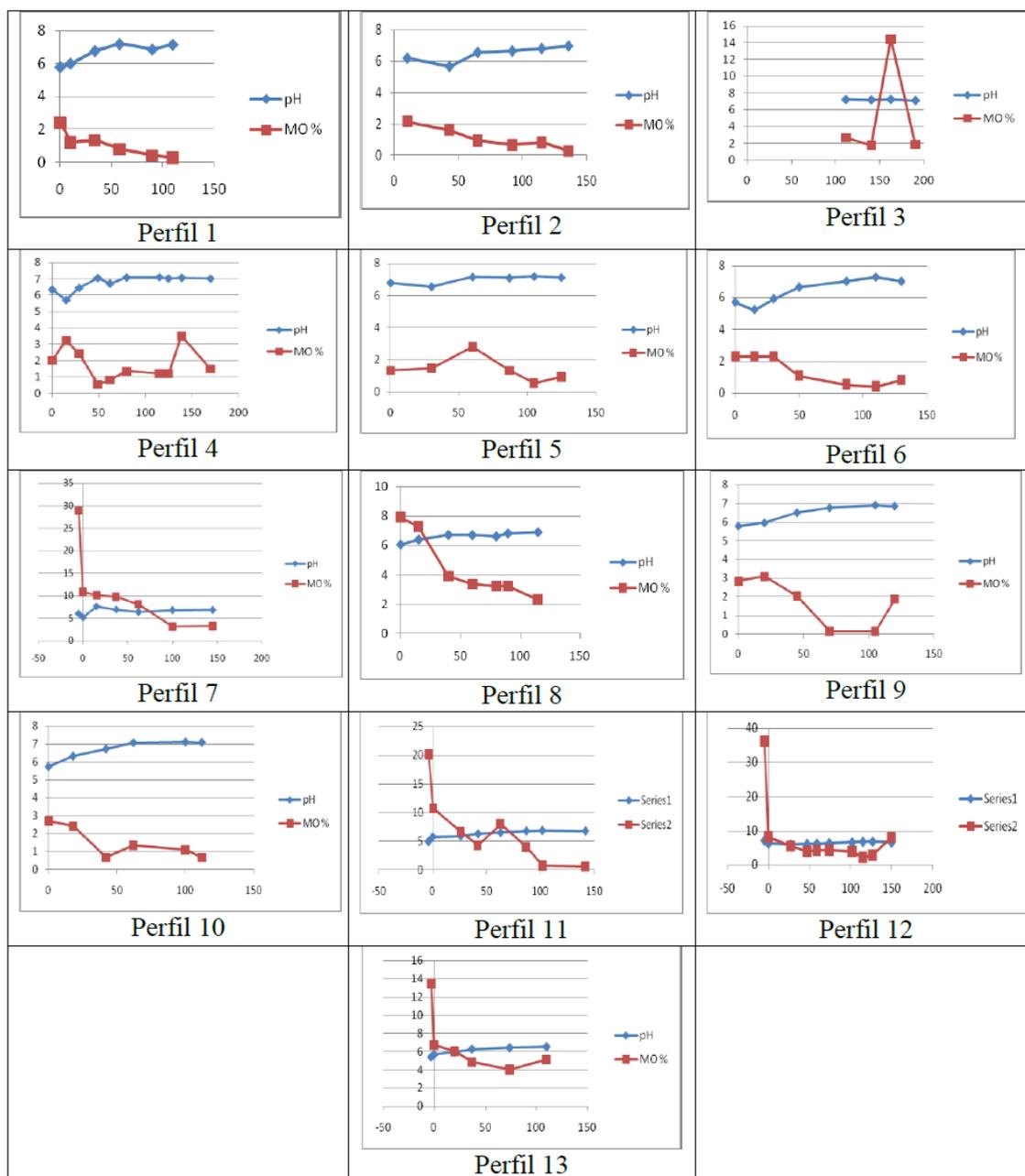


Figura 5.6.7. Gráficas de los valores de materia orgánica (MO%) y pH de los perfiles de suelo en Comachuén.

Nota: Valores en horizontal corresponden a la profundidad (cm);
Valores en eje vertical corresponden pH y MO.

En conclusión, los suelos presentan diversos contenidos de materia orgánica, dependiendo del tipo de uso, de la morfología, de la profundidad y de la altitud y ubicación.

La acidez de los suelos o pH. En los suelos agrícolas el mayor impacto del pH es en la disponibilidad de nutrimentos:

- (1) La acidez del suelo, estimada a través del potencial de hidrógeno o pH, indica que los suelos del área de estudio son de carácter ácido.
- (2) La acidez varía en función de la profundidad (en el perfil). Las capas superficiales son normalmente más ácidas (**Figura 5.6.7**).
- (3) Varía también en función del contenido de materia orgánica.

Contenido de nutrientes. Aun cuando no se cuenta con datos completos de laboratorio sobre el contenido nutrimental, es posible hacer algunas consideraciones que influyen en la fertilidad de los suelos. Por lo regular los suelos de las partes bajas son más fértiles que los de las laderas, ya que reciben aportes de aluvión. Los parajes *pak'ua k'er'i* y *pak'ua sapich'u* son los principales ejemplos de tierras que han recibido aluviones. Algunos suelos son de pie de monte que son sitios receptores y donadores (sitios normales en cuanto a drenaje superficial). Cuando presentan paleosuelos no muy profundos, con capas de textura arcillosa, eso favorece una buena fertilidad y alta capacidad de retención de humedad, lo cual los hace potencialmente propicios para el desarrollo de especies arbóreas (forestales o frutícolas) que sean capaces de aprovechar la humedad del subsuelo.

En el **Cuadro 5.6.4** se muestran algunas propiedades del suelo superficial de parcelas agrícolas. Como se sabe, la dinámica nutrimental en este tipo de suelos es particularmente difícil para la nutrición del maíz, especialmente con respecto al fósforo y nitrógeno, debido a su origen volcánico que le confiere ciertas características físico-químicas (pH ácido, bajo nivel de fósforo) y deficiencias comunes de otros nutrientes (principalmente Mg y Ca)⁸³.

Valoración de la fertilidad del suelo. Esta es una interpretación de carácter general para fines agrícolas. A partir de los datos del **Cuadro 5.6.4**, observamos que el pH de la capa arable es moderadamente ácido, lo que en teoría puede influir negativamente en la absorción de nutrientes para la mayoría de los cultivos. En cuanto a la materia orgánica,

⁸³ Para la interpretación de los contenidos nutrimentales se recurrió a la Norma Oficial Mexicana NOM - 021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

aunque a simple vista los valores parecen altos o adecuados, aplicando la clasificación para suelos volcánicos estos resultan ser muy bajos (ver SEMARNAT, 2002), lo que influirá en las reservas de nitrógeno y fósforo principalmente. El nitrógeno inorgánico es bajo e igualmente el fósforo. El potasio es alto. El calcio es bajo y el magnesio muy bajo. El hierro y el cobre son adecuados, mientras que el cinc y el manganeso son deficientes. Por último, la textura, que es franco-arenosa, es adecuada.

Cuadro 5.6.4. Algunas propiedades fisicoquímicas de muestras compuestas de suelo de la capa arable (capa 0-30 cm) en parcelas utilizadas para cultivo de maíz de humedad en Comachuén. (Tipo de suelo; volcánico o andosol, o *t'upur'i* en lengua purépecha).

No.	pH	MO	NI	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	TEXT
Control	%		mg kg ⁻¹									
651	6.0	2.1	15.4	7.4	474	1,025	89	45.2	0.92	0.48	0.85	FA
	(mA)	(MB)	(B)	(B)	(A)	(B)	(MB)	(AD)	(AD)	(DEF)	(DEF)	(AD)
652	5.8	4.9	21.0	7.2	322	1,190	74	23.8	0.70	0.59	0.63	FA
	(mA)	(B)	(M)	(B)	(A)	(B)	(MB)	(AD)	(AD)	(MAR)	(DEF)	(AD)
653	5.3	3.5	15.4	6.9	198	447	38	27.4	0.54	0.29	0.47	FA
	(mA)	(MB)	(B)	(B)	(M)	(MB)	(MB)	(AD)	(AD)	(DEF)	(DEF)	(AD)

NOTA: Las muestras corresponden a los predios: 651.- *Huéraman'i*; 652.- *Predio de Valentín*; 653.- *Terútsicurin'i*, la parte más alta y arenosa, que se encuentran dentro de las “tierras calientes” de la comunidad. MO = Materia orgánica, NI = Nitrógeno inorgánico, TEXT = Clase textural; FA, franco arenoso. (Fuente: Datos del proyecto). Clasificación con base en SEMARNAT (2002): mA, moderadamente ácido; MB, muy bajo; B, bajo; M, medio; A, alto; AD, adecuado; DEF, deficiente; MAR, marginal. Determinaciones realizadas en el Laboratorio Central de la Universidad Autónoma Chapingo, utilizando los procedimientos de rutina. pH, potenciométrico; MO, Walkley-Black; NI, cloruro de potasio y aleación de Devarda; P, Bray; Ca, Mg y K, acetato de amonio; Fe, Cu, Zn y Mn, con DTPA.

A manera de conclusión podemos ubicar los suelos de Comachuén como de **baja fertilidad** para cultivos convencionales debido a que son deficientes en diversos nutrientes, siendo el K, el hierro y el cobre los que se encuentran en niveles adecuados. Aunado a ello, el pH ácido implica limitaciones para la disponibilidad de nutrientes. No obstante hay que mencionar que la interpretación técnica es desde una perspectiva agrícola productivista, tomando como base las necesidades de los cultivos convencionales, lo cual no significa que no sean aptos para el crecimiento de otras plantas tales como las especies nativas.

Rasgos de erosión hídrica y erosión eólica

Prácticamente en todas las parcelas que se encuentran en laderas presentan canalillos y evidencias de, erosión laminar poco perceptibles debido al tipo de suelo (ver **Figura 5.6.8a**). La presencia de erosión en cárcavas es poco perceptible debido a la alta

permeabilidad de los suelos, y solo se aprecia en terrenos con fuerte pendiente, normalmente se ubican al centro de los predios en el sentido de la pendiente. En algunos casos se ha observado que el material parental o ceniza volcánica moderadamente intemperizada y endurecida (localmente llamado tepetate, o *cher'i* en lengua purépecha) se encuentra a poca profundidad (50 cm o menos) posiblemente porque han sido erosionados con anterioridad por algún tiempo antes de recibir nuevos aportes de materiales volcánicos y formar nuevo suelo superficial.

El movimiento de partículas de suelo por tolvaneras (remolinos) es muy común en estas tierras, particularmente en época seca (febrero a mayo) que coincide con el período en que el suelo está arado (“barbechado”) y la capa superficial (10 a 15 cm de profundidad) normalmente se encuentra con muy baja humedad y su consistencia es suelta (**Figura 5.6.8b**). Después de los 10 o 15 cm de profundidad, el suelo contiene niveles de humedad suficientes para que germinen las semillas y para impedir que el arrastre de suelo por erosión eólica sea muy profunda. Los agricultores en su mayoría no perciben este tipo de erosión como problema. Dicen “los remolinos mueven la tierra de un lado para otro y siempre la regresan”.



Figura 5.6.8. Evidencias de erosión de suelos de Comachuén; (a) evidencias de erosión laminar en terreno de ladera suave; (b) erosión eólica por tolvaneras sobre suelo desnudo.

5.6.1.2. Otros factores bióticos y abióticos que influyen en la producción de maíz

Además de las condiciones del suelo y su fertilidad, existen otros factores bióticos y abióticos que influyen en la producción, algunos de los cuales es sabido que tienen

relación con el grado de deterioro de los recursos naturales, en este caso del suelo y la vegetación.

Principales plagas y enfermedades

Un aspecto que se ha observado, pero no cuantificado, es la incidencia de plagas que atacan al cultivo de maíz, de lo cual también los productores están conscientes y preocupados. Es sabido que los organismos vivos en los agroecosistemas (roedores, insectos, hongos, etc.) son plagas potenciales desde que los ecosistemas naturales son perturbados o degradados.

Las plagas y enfermedades que más afectan al cultivo, de acuerdo a las observaciones de campo y al testimonio de los productores, son:

Tuza. Es un roedor que habita en el suelo (entre 30 y 50 cm de profundidad) donde construye sus galerías. Un solo individuo es capaz de dañar hasta un 20% (aproximado) de la superficie sembrada. La tuza está presente en tierras forestales (se observan galerías) en tierras agrícolas. En las primeras se alimenta de raíces tiernas de hierbas silvestres. En las segundas se alimenta de los tallos tiernos del maíz (caña) y de los elotes. Cuando las plantas se secan, también consume las mazorcas. El acame de plantas (por mala nutrición o por lluvias torrenciales) facilita el arrastre de plantas y mazorcas hacia dentro de las galerías. Durante la época de secas, o en el período de descanso de la tierra (en el subsistema de cultivo de *año y vez*), las tuzas se alimentan de raíces de hierbas, como por ejemplo del lupino (elotilla o *tsiránguermani*) (*Lupinus* sp.). Al respecto parece que los agricultores se han adaptado a la presencia de tuza en sus parcelas y que mencionan que ya han intentado diversos procedimientos (trampas, cacería, venenos, humo, etc.) y no han tenido éxito en su control. Lo que han optado es por reconocer y considerar la tuza como parte del agroecosistema⁸⁴. Se resignan a tener pérdidas por ataque de tuza (a la planta y la mazorca) y han encontrado otras alternativas, como por ejemplo, la resiembra con avena en los espacios donde provocó daños la tuza.

Gusano trozador (*Agrotis* sp.). Es un insecto en estado larvario que ataca las plántulas cuando (éstas tienen de 10 a 15 cm aproximadamente de altura). Su daño parece

⁸⁴ En son de broma lo agricultores dicen “sembramos a medias con la tuza”.

estar relacionado con el contenido de humedad del suelo y la temperatura ambiente. Mientras más seco el suelo y mayor la temperatura ambiente, mayor la presencia de larvas. Estos insectos no aparecen todos los años, a finales de marzo y principios de abril. Los productores le llaman *karhásii* (que significa gusano, en purépecha) o “gusano destrozador”. Los agricultores refieren que en los últimos años la incidencia del gusano trozador ha aumentado en frecuencia y en intensidad del daño.

Gusano elotero (*Helicoverpa zea* Boddie). También es frecuente, su ataque como su nombre lo indica es hacia los granos tiernos (elote). Sus impactos son menos drásticos que la tuza, y al parecer ha estado presente desde que recuerdan los agricultores.

“Mancha negra”. Enfermedad “nueva”. No se realizó una identificación de laboratorio, sin embargo se hicieron comparaciones de los síntomas de campo con los reportados en documentos técnicos, por lo que se trata de una primera aproximación. Los agricultores refieren que es una “plaga nueva” ya nunca habían visto una incidencia y menos con una magnitud tan fuerte. De acuerdo a los síntomas observados en campo (ver Fig. 5.6.9c), éstos son similares a los de la mancha de asfalto⁸⁵, la cual, de acuerdo a información técnica, es una enfermedad que afecta a las hojas (“vainas”) llegando a secarlas y afectando la fotosíntesis, dando como resultado una disminución del rendimiento de biomasa. En Comachuén se observó una fuerte incidencia en 2009, en específico en las “tierras calientes” de la comunidad. Los agricultores refieren que nunca habían visto una incidencia tan fuerte, e incluso algunos que nunca habían tenido esa “plaga”.

⁸⁵ La mancha negra o de asfalto en maíz es causada por un complejo de hongos: ver http://infoagro.net/infotec/redsicta/newsletter/PDF/Mancha_Negra.pdf y Quiroga-Madrigal et al. (2017).



Figura 5.6.9. Plagas y enfermedades que afectan al cultivo de maíz en Comachuén; (a) gusano trozador; (b) daño por gusano trozador en plántula de maíz; (c) mancha negra; (d); arvenses no deseadas (“malezas”); (e) tuza, y; (f) galería de tuza (prof. aprox. 50 cm).

(Fuente: Trabajo de campo del autor)

Pájaros. Ciertas especies de pájaros como el *kuini tarhengo* (*Pipilus fuscus*) dañan al cultivo de maíz, ya que rascan el suelo (por lo que en otros lugares también se le conoce como rascador pardo) y extrae los granos de maíz recién sembrados, causando pérdidas de plantas, en detrimento de la densidad de plantas y por consecuencia en el rendimiento del cultivo.

Plagas de almacén. El gorgojo (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) y la palomita (*Sitotroga cerealella* Olivier) son plagas que causan fuertes daños al maíz en almacén. El grano de maíz parece estar más propenso cuando no hay una nutrición adecuada. Los agricultores refieren que con el uso de fertilizantes “el maíz se pica más”, lo cual puede deberse a que la cutícula de los granos es más suave y permite que los insectos la perforen más fácilmente.

“Gusano descortezador”. En realidad se trata de un escarabajo. Ataca árboles forestales, principalmente pinos. Provoca la muerte gradual de la planta. Hay diversas especies y sería necesaria una identificación para poder reconocer el nombre científico.

Otros indicadores de calidad del suelo/tierra

Arvenses no deseadas o “malezas”. La presencia de hierbas es abundante durante todo el ciclo de cultivo del maíz. Su eliminación para evitar la competencia con las plantas de maíz es una tarea obligada y es las que implican mayor esfuerzo y tiempo ya que normalmente se hace de forma manual. Las arvenses más frecuentes son; la aceitilla (*Bidens odorata* Cav.), el rábano silvestre (*Raphanus raphanistrum* L.), el nabo silvestre (*Brassica rape* L.) aunque éste último es consumido por las personas como quelite. Un pasto, llamado regionalmente “pasto estrella” (*Cynodon* sp.), el cual es de climas cálidos y templados⁸⁶, está presente en algunos predios y existe el riesgo de que pueda invadir más áreas ya que es muy dominante, es decir invade la tierra y limita el crecimiento de otras plantas, y además dificulta fuertemente las labores culturales con el arado tradicional. De acuerdo a los agricultores ha proliferado en los últimos años, y se le puede encontrar sobre todo durante el período de “descanso” de la tierra. Refieren que es un pasto “fuereño” (*tperi turhís 'ii* en purépecha) “que llegó con el uso de los

⁸⁶ Ver por ej. http://mundo-pecuario.com/tema191/gramineas/pasto_estrella-1056.html (acceso 28-Nov-2017).

Cuadro 5.6.5. Factores abióticos que influyen en la producción agrícola en Comachuén.

Fenómeno	Impacto	Época	Comentarios de productores
Heladas	“Quema” las plantas o los granos (helada temprana).	Otoño, invierno	Helada blanca Helada negra
Temperatura /“Calor”	Reseca la tierra más pronto.	Primavera, verano	“Ahora hace más calor”
Lluvias torrenciales	Erosión del suelo Daño en jilotes.	Verano	“Son más frecuentes”
Retraso de lluvias	Favorece aparición de plagas del suelo (gusano trozador). Afecta el desarrollo del cultivo en etapa inicial.	Primavera	“La lluvia ha cambiado y no llueve en el tiempo que antes” “Es irregular”
Adelanto de lluvias	Es benéfico, aunque a veces puede alterar las prácticas agrícolas	Primavera	“A veces las lluvias se adelantan pero luego deja de llover y hay sequía”
Sequía	Afecta humedad del suelo, crecimiento de planta y/o llenado de grano.	Todo el año	Término genérico a la escasez de lluvia acumulada durante el año.
Canícula	Afecta crecimiento de planta y llenado de grano.	Verano	Corresponde a una “sequía” dentro del período de lluvias.
Granizo	Daños a las hojas (“vainas” y al jilote.	Verano	Si ocurre antes del jiloteo no tiene efectos sobre la planta. Si ocurre cuando la planta es chica, los daños a las hojas hacen que la planta “se caliente” (tome más vigor).
Vientos - remolinos	Erosión eólica en primavera. Acame de maíz en verano.	Primavera y verano	Las plantas acamadas son más fácilmente consumidas por los roedores (tuza).

fertilizantes”. Su presencia puede deberse más bien a una combinación de factores: condiciones más calurosas y secas, y suelos más pobres en nutrientes, entre otros.

Presencia de lombriz de tierra. Este es un indicador indirecto de la calidad del suelo y se relaciona con el contenido de materia orgánica y la presencia de humedad. Cuando un suelo contiene suficiente materia orgánica y buena humedad, hay presencia de lombriz de tierra. En este caso en los suelos descritos su presencia fue muy escasa, observándose solamente algunos individuos en predios manejados orgánicamente y en algunos suelos forestales. Algunos agricultores elaboran lombricomposta con lombriz local (se desconoce especie) y consideran que los resultados en la calidad del abono

obtenido son satisfactorios. Otros lo hacen con la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) por ser una especie usual en la producción de abonos orgánicos.

Factores abióticos que limitan la producción agrícola

Además de estos factores negativos para la agricultura, hay otros también muy importantes como: granizo, sequías, heladas, lluvias torrenciales, lluvias tardías, etc., los cuales son mencionados por los agricultores. En el **Cuadro 5.6.5** se presenta una breve descripción de esos fenómenos.

5.6.1.3. Los rendimientos de maíz como cultivo principal

El cultivo de maíz fue elegido debido a que es el cultivo principal y porque es relativamente fácil la estimación de sus rendimientos. La medición fue hecha utilizando el método de muestreo de producción primaria aérea neta de maíz (PPNm) en transectos⁸⁷. Se eligieron ocho parcelas de acuerdo a la disponibilidad de los agricultores para facilitar el trabajo de muestreos. Cuatro de estas parcelas fueron cultivadas con manejo orgánico, tres con manejo convencional (químico) y uno como testigo absoluto.



Figura 5.6.10. Panorámica de parcelas de maíz muestreadas para cálculo de rendimiento de maíz en Comachuén (Ciclo 2009): (a) Sitio 2, paraje *Huéraman'i*, Productores: José Luis y Asunción Sebastián; (b) Medición de altura de plantas en sitio 2.

⁸⁷ Estimaciones de PPNm con base en los procedimientos de Ovington (1963) y Mueller-Dombois y Ellenberg (1974), adaptados por Parra (1981).

Cuadro 5.6.6. Tipo de manejo y clase de tierra en relación con el rendimiento de maíz de humedad en predios muestreados en Comachuén (Ciclo 2009).

Sitio	Perfil de suelo que corresponde	Productor	Paraje	Manejo	Calidad y clase de tierra
1	1	Francisco Reyes	<i>Andárhukurhani (pózarhu- el pozo)</i>	Orgánico, adecuado	Buena, CALIENTE, <i>Topure</i>
2	2	José Luis y Asunción	<i>Huéramani</i>	Orgánico, adecuado	Buena, CALIENTE, <i>Topure</i>
3	4	Aureliano Hernández	<i>Andárhukurhani (Shárhini)</i>	Orgánico, adecuado	Regular, CALIENTE, <i>Topure</i>
4	4	Fernandino González	<i>Andárhukurhani (Shárhini)</i>	Químico, adecuado	Regular, CALIENTE, <i>Topure</i>
5	5	Elías Basilio Sebastián	<i>Andárhukurhani (-falta predio--)</i>	Químico, adecuado	Buena, CALIENTE, <i>Topure</i>
6	3	Jesús Vargas	<i>Karhasii kojkurha</i>	Sin abonado, ni fertilización (testigo)	Regular, CALIENTE, <i>Topure</i>
7	7	Francisco Reyes	<i>Pákua (káncharhu-la cancha)</i>	Orgánico, adecuado	Buena, FRÍA, <i>Turhípiti</i> o Negra
8	7	Luis Reyes	<i>Pákua (káncharhu-la cancha)</i>	Químico, adecuado	Buena, FRÍA, <i>Turhípiti</i> o Negra

Sitios de muestreo y componentes de rendimiento

Mediante muestreos, realizados entre enero y febrero de 2009, se estimaron densidades de plantas, peso total de producción primaria aérea neta seca⁸⁸, y se calcularon por separado rendimiento de grano y rastrojo. En el momento del muestreo la mayoría de las plantas ya estaban secas en campo, y las que no se dejaron en bolsas de papel para su secado al aire. En la **Figura 5.6.10** se muestra un ejemplo del muestreo de parcelas. En cada sitio se tomaron cinco sub-muestras para hacer la estimación de componentes de rendimiento.

Las parcelas fueron elegidas de acuerdo a la disposición de los agricultores cooperantes. Se consideraron dos tipos de manejo, el químico que implica uso de fertilizantes, y el

⁸⁸ Para nuestros propósitos, la producción primaria aérea neta (PPN) incluye toda la planta, excepto las raíces.

orgánico que implica uso de abonos orgánicos (ver **Cuadro 5.6.6**). Estas variantes de manejo son las que los productores utilizan. En todos los sitios el tipo de maíz fue el criollo de acuerdo a lo reportado por los productores cooperantes. En la **Figura 5.6.11** se muestran fotografías de las muestras de maíz recolectadas, notándose una gran irregularidad en los tamaños de las mazorcas. El manejo químico consistió en la aplicación de 18-46-00 (fosfato diamónico) como fertilizante de fondo en la siembra y posteriormente de sulfato de amonio durante la “asegurada” o *tabloneo*. Hay que aclarar que el manejo orgánico es utilizado sólo por algunos productores ya que la mayoría utiliza fertilizantes.

Cuadro 5.6.7. Componentes de rendimiento de maíz de “humedad” en Comachuén (Ciclo 2008-2009).

SITIO	Densidad de plantas	Rendimiento			Índice de cosecha	Nivel de Rend.
		Peso Total (PPANm)	Peso Mazorca	Peso Grano		
	—pl/ha—	—kg/ha—	—kg/ha—	—kg/ha—	—%—	
1	29228,86	9272,27	4135,01	3679,62	39,68	Muy alto
2	30543,66	9462,73	4649,97	4081,85	43,14	Muy alto
3	31216,78	7170,18	3484,42	3053,94	42,59	Alto
4	39963,50	8049,05	3680,64	3122,35	38,79	Alto
5	33657,24	7398,54	3154,02	2771,67	37,46	Alto
6	21445,22	4023,34	1663,72	1423,32	35,38	Bajo
7	34353,15	10288,77	4714,97	4092,49	39,78	Muy alto
8	27318,72	8702,38	3847,57	3435,60	39,48	Alto

Nota: PPANm, productividad primaria aérea neta de maíz, incluye toda la planta, excepto raíz; MAZORCA, incluye grano y olote; GRANO, peso de grano seco al ambiente; ÍNDICE DE COSECHA = (Rend grano / Rend total)*100; La clasificación en niveles de RENDIMIENTO de grano fue con base en revisión de literatura (Alarcón-Chaires, 2001; Alejandre, 2010; González, 1994; Peña, 1984; Pérez et al., 2007; Pulido y Bocco, 2003; Romero, 1996), a partir de lo cual se definieron las siguientes categorías (en ton.ha⁻¹ de grano seco): <1.5, bajo; 1.5-2.5, medio; 2.5-3.5, alto, y; ≥3.5, muy alto.

Con base en los resultados que se muestran en el **Cuadro 5.6.7**, en promedio el índice de cosecha (relación grano/rastrojo) para todos los sitios muestreado fue de 39.5%, es decir la mayor parte de la biomasa producida (60.5%) es de rastrojo. Los rendimientos más altos fueron obtenidos en los sitios 2 y 7, con más de 4 ton de grano seco por hectárea. Estos fueron cultivados con manejo orgánico. A su vez el rendimiento más bajo fue obtenido en el sitio 6, el cual fue cultivado con manejo deficiente (sin abonamiento ni fertilización). Este sitio puede representar un testigo absoluto.

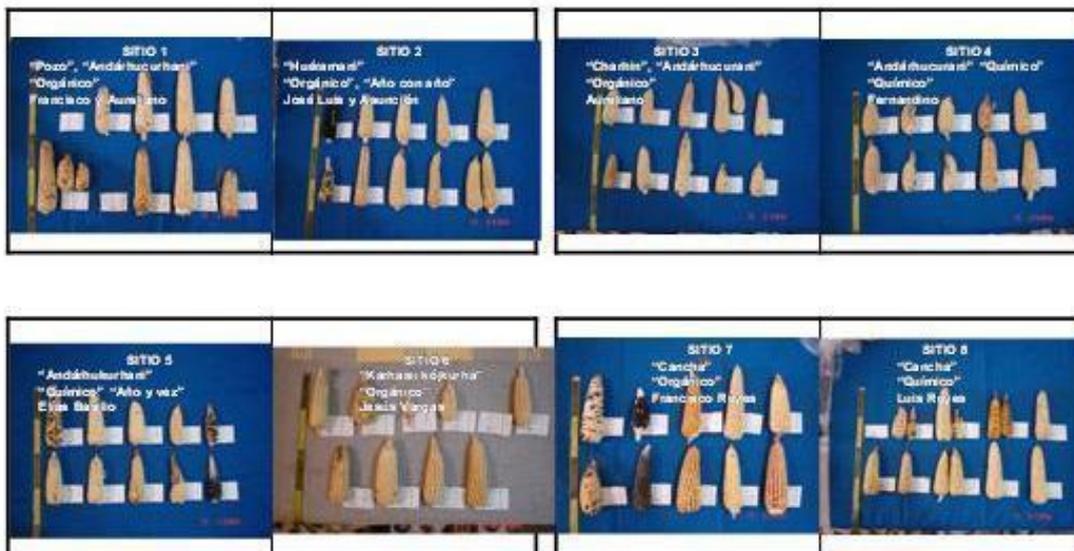


Figura 5.6.11. Fotos de mazorcas de las muestras para cálculo de rendimientos de maíz en Comachuén.

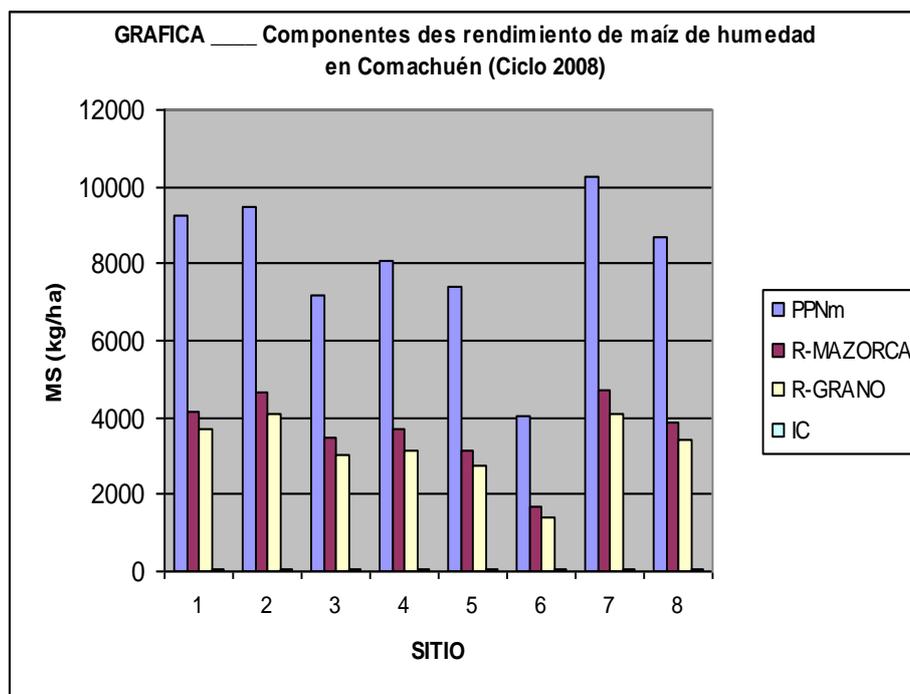


Figura 5.6.12. Gráfica de componentes de rendimiento de maíz de los sitios muestreados en Comachuén.

(Nota: PPNm, productividad primaria aérea neta de maíz; R-MAZORCA, rendimiento de mazorca; R-GRANO, rendimiento de grano; IC, índice de cosecha.)

Los sitios de maíz con manejo orgánico (1, 2, 3 y 7) tuvieron un promedio de 3726 kg/ha de rendimiento de grano, en tanto que los de manejo químico (sitios 4, 5 y 8) en promedio rindieron 3109 kg/ha. Como puede verse en la **Figura 5.6.12**, el testigo (sitio 6) tuvo un rendimiento de 1423 kg/ha. Considerando este rendimiento como base, el manejo químico incrementó en 118%, mientras que el manejo orgánico lo hizo en 161%. Con los

datos anteriores se observó que el manejo orgánico representó un rendimiento superior en 19% con respecto al manejo químico. No obstante, una prueba de contrastes (U de Mann-Whitney) indicó que no hubo significancia estadística en las diferencias entre manejo químico y orgánico (ver **Anexo 6**) por lo que estos datos se consideran provisionales, sujetos a una exploración más profunda a través de una experimentación de campo con suficientes repeticiones para dilucidar los supuestos beneficios del manejo orgánico.

Clasificación de rendimientos de maíz

A fin de poder hacer una clasificación de los rendimientos de maíz se revisaron diversos estudios realizados en la región Purépecha, y encontramos diversos datos de rendimiento de maíz (grano seco), algunos de ellos discrepantes, en áreas con similares tipos de suelo (andosoles) bajo sistema de cultivo de humedad, pero que se consideran útiles como referencia para ubicar los resultados de esta investigación. De manera resumida, y en orden cronológico, se encontraron los siguientes antecedentes: Peña (1984) reportó datos de rendimiento del año 1969 con aplicación de diversos tratamientos de abonos orgánicos y fertilizantes en cuatro sitios (San Gregorio, La Palma, Casa Blancas y Camémbaro), con promedios y rangos de rendimiento de 2.2 (0.8 a 3.2), 3.2 (2.8 a 3.9), 4.5 (2.7 a 5.8) y 2.9 (1.1 a 4.5) ton.ha¹, respectivamente. En otro trabajo, González (1994) reportó experimentos de combinación de cal y fertilizantes en un sitio de Pichátaro, durante los años 1989 y 1990, obteniendo promedios y rangos de 4021 (2,857 a 5036) y 3867 (2625 a 5045) kg.ha⁻¹, respectivamente. Romero (1996:121) reportó un promedio de 1607 kg.ha⁻¹ con un rango de 1100 a 2034 kg.ha⁻¹ para cinco ambientes del municipio de Paracho, y un promedio de 1319 kg.ha⁻¹, con un rango de 1239 a 1413 kg.ha⁻¹ para tres ambientes del municipio de Nahuatzen. Por su parte, Alarcón-Chaires (2001:148) presentó datos de rendimiento desglosados para tracción animal, tracción mixta y mecanizada, con un promedio general (cálculo propio) de 1319 kg.ha⁻¹ y con un mínimo de 280 y máximo de 4200, en la comunidad de Nahuatzen, Michoacán. En otro estudio, Pulido y Bocco, (2003), reportaron un promedio de 1918 kg.ha⁻¹, con un rango de 1290 a 2375 kg.ha⁻¹, a partir de 30 sitios, cubriendo tres clases de tierra por fertilidad, en Nuevo San Juan Parangaricutiro, para el ciclo 1999-2000. Pérez et al. (2007) reportaron un rendimiento promedio de maíz de 2443 kg.ha⁻¹ a partir de un experimento realizado en Aranza, Michoacán, con un rango de 876 a 3398 kg.ha⁻¹, con catorce semillas criollas de raza

chalqueño de la “meseta purépecha”, y; Alejandre (2010:34) reportó un rendimiento promedio de 2736 kg.ha⁻¹, con un rango de variación de 2210 a 3550 kg.ha⁻¹ durante tres años en un sitio con manejo convencional (fertilización y control químico de malezas, plagas y enfermedades), en Nahuatzen.

Los datos anteriores son una base importante, sin embargo es necesario aclarar que debido a diversos aspectos de sitio y manejo, además de las fechas en que fueron realizados los estudios referidos, los datos son solamente indicativos, a manera de mostrar la variabilidad de rendimientos. Hay que agregar que la mayoría de los reportes no mencionan el método utilizado para calcular rendimientos, y a veces tampoco el año de observación. Entre las variables de sitio y de manejo que debieran tomarse en cuenta están: pH del suelo, materia orgánica, textura, relaciones de humedad, nutrición del cultivo, variedad de semilla, entre otros.

5.6.1.3. Cambio de cobertura y uso de terreno

Este estudio es un análisis cartográfico y estadístico de los cambios de uso del suelo de la comunidad de Comachuén durante los últimos 26 años.

Metodología

El análisis se realiza en un nivel local sobre bases de datos a escala 1:10,000. Ello permite observar los procesos de transformación de los usos de suelo en un amplio conjunto geográfico de tal modo que se ofrece una comprensión de dinámicas particulares del cambio.

Gracias al desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y los avances en Percepción Remota (PR) es posible reconstruir con cierta precisión las modificaciones del uso del suelo durante los últimos 26 años, haciendo uso de imágenes de satélite datos disponibles para los años 1986, 1996, 2011 y 2015. Para tal efecto se presenta un modelo de análisis cartográfico y estadístico que permite mostrar en el periodo de los últimos 26 años el incremento o decremento de las coberturas vegetales y naturales, y con ello localizar los sitios que han estado sujetos a fuertes dinámicas de transformación, como procesos de deforestación, de alteración de coberturas vegetales, de sustitución de áreas

de bosque o de agricultura temporal por huertos frutales, así como de suelos agrícolas a urbanos, entre otros. Pero también permite localizar aquellos otros sitios que durante este periodo han permanecido con sus mismas coberturas, lo que sugiere procesos naturales estables.

Es en este contexto que se propuso analizar los cambios que se han generado a través del tiempo. Inicialmente se consiguieron imágenes de Satélite del municipio. Se lograron obtener 4 imágenes con diferentes fechas, correspondientes a los años 1989, 1996, 2011 y 2015. Debe aclararse que no se realizó análisis del año 2009 al que pertenecen los datos de percepción local debido a que no se encontró imagen disponible, y en cambio se incluyó el año 2011 que fue muy cercano al período de desarrollo del trabajo de campo. Por otro lado, se agregó el año 2015 para poder tener una referencia más cercana a la actualidad y poder hacer una discusión con información más actualizada.

La metodología constó de cuatro fases. Las dos primeras se ubican en el contexto de la estandarización cartográfica, necesarias para mantener una calidad confiable de bases de datos cartográficas. La tercera enfocada al tratamiento digital de las imágenes de satélite para obtener los mapas de cubiertas para las diferentes fechas. Y la cuarta abocada a la elaboración y aplicación de un modelo conceptual que permite organizar lógicamente la información.

Inicialmente se trabajó con la imagen más reciente del 2015. Haciendo el proceso en el software SPRING-INPE desarrollado por Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) con sede en Brasil. El procedimiento es el siguiente:

- - Importación de imágenes a SPRING para generar la segmentación de imágenes.
- - Segmentación de imágenes (algoritmo crecimiento de regiones).
- - Obtención de los campos de entrenamiento (basados en la firma espectral).
- - Análisis de calidad de los campos de entrenamiento.
- - Clasificación de regiones con el algoritmo de Máxima Similitud.
- - Finalmente se realizó una interpretación visual para eliminar los posibles errores de la clasificación digital.

De esta manera se obtuvo el mapa de uso de suelo y vegetación para la fecha de 2015. Una vez que se tiene la primera fecha terminada se sigue el mismo procedimiento para las demás fechas, 1996 y 1989.

Clases de cobertura de terreno

Para la definición de claves de cobertura, inicialmente se revisaron la utilizada por INEGI (2014) y otras fuentes como López-Barrera et al. (2010), pero estas no se adaptaron totalmente al enfoque de estudio de esta tesis, que es el deterioro del recurso tierra, incluyendo el recurso forestal y las tierras de uso agrícola. Entonces, revisando otras fuentes se consideraron los siguientes aspectos: Las clases de cobertura difieren dependiendo del objetivo de la clasificación (Chazdon et al., 2016). Un ejemplo para áreas de cobertura deteriorada ha utilizado los conceptos de “mezquital cerrado”, “mezquital abierto”, “parcela agrícola activa”, “tierra agrícola en abandono”, etc. (Muñoz-Iniestra et al., 2013). Un estudio relativamente reciente de la región sobre cambio de uso del suelo (Garibay y Bocco, 2011) también fue revisado. Asimismo, se consideró la clasificación de cobertura en “bosque cerrado” y “bosque abierto” planteado en FAO (2001). Otras definiciones relativas a la evaluación de los recursos forestales se consultaron en FAO (2005).

Cuadro 5.6.8. Definición de clases de cobertura de terreno para la comunidad de Comachuén.

Clave	Cobertura	Uso / Especies representativas
AHA	Agricultura de humedad anual	Agricultura tradicional y pastoreo; Maíz, avena, descanso (barbecho)
ALA	Agricultura de ladera	Agricultura reciente (maíz, aguacate)
AHU	Asentamiento humano	Poblado
BAPE	Bosque abierto de pino encino	<i>Pinus</i> sp., <i>Quercus</i> sp.
BCPE	Bosque cerrado de pino encino	Silvicultura, <i>Pinus</i> sp., <i>Quercus</i> sp.
BES	Bosque de encino/veg secundaria herbácea	Silvicultura, <i>Quercus</i> sp.
BPS	Bosque de pino/veg secundaria	Silvicultura, <i>Pinus</i> sp.
BMAPE	Bosque muy abierto de encino	Pastoreo, <i>Quercus</i> sp.
JAR	Jaral (vegetación secundaria)	Pastoreo, Jara china (<i>Baccharis</i> sp)
PAJ	Pajonal (zacatonal)	Pastizal natural (<i>Mullenberghia macroura</i>)
PIC	Pastizal inducido /pastizal cultivado	Pastoreo, Pastos inducidos por deforestación
REF	Reforestación	Pino (<i>Pinus</i> sp.)

Por lo anterior, y adicionalmente con base en la experiencia de campo en esta región, se consideraron las siguientes categorías o clases de cobertura de terreno (**Cuadro 5.4.8**):

Superficies y uso de terreno

De acuerdo al análisis de cobertura de terreno, como se muestra en el **Cuadro 5.4.9**, para el año 2011 se tenían las siguientes categorías:

Es de notarse que de acuerdo a estos datos de uso de terreno, la comunidad de Comachuén en 2011 tenía como uso principal la silvicultura, con diversos grados de deterioro/conservación, como se verá más adelante, seguido por el uso agrícola, y por último otros usos que implican vegetación secundaria o pastos nativos. Tanto en los terrenos de uso agrícola como en los pastos, y en menor grado en los terrenos de bosque, se practica la ganadería. Lo anterior es congruente con la información de los agricultores que a través de entrevistas manifestaron que la comunidad es eminentemente silvícola-agrícola-pecuaria, en ese orden, actividades que están estrechamente interrelacionadas.

Cuadro 5.6.9. Extensión de los usos de terreno en la comunidad de Comachuén para el año de 2011. (datos agregados).

Uso (categoría agregada)	Superficie	
	(ha)	(%)
Agricultura	2809.5	41.7
Asentamiento humano (poblado)	52.6	0.8
Bosque (desde “cerrado” hasta “muy abierto”)	3095.4	46.0
Jaral, pajonal y pastizal	775.6	11.5
Total	6733.1	100.0

Fuente: Elaboración propia con base en análisis cartográfico.

Resultados del análisis de cobertura y uso de terreno

Los resultados obtenidos para las fechas analizadas se muestran en la Figura 5.6.13 y la superficie reportada en el Cuadro 5.6.10, donde se incluyeron dos columnas con comentarios, a manera de “balance” cualitativo de los cambios en cobertura observados al 2011 y 2015, respectivamente. Los comentarios al 2011 son con el propósito de visualizar dichos cambios en fecha cercana al desarrollo del trabajo decampo y poder comparar las percepciones sobre la DT al nivel local con una valoración del estado y tendencias del bosque desde la perspectiva técnica.

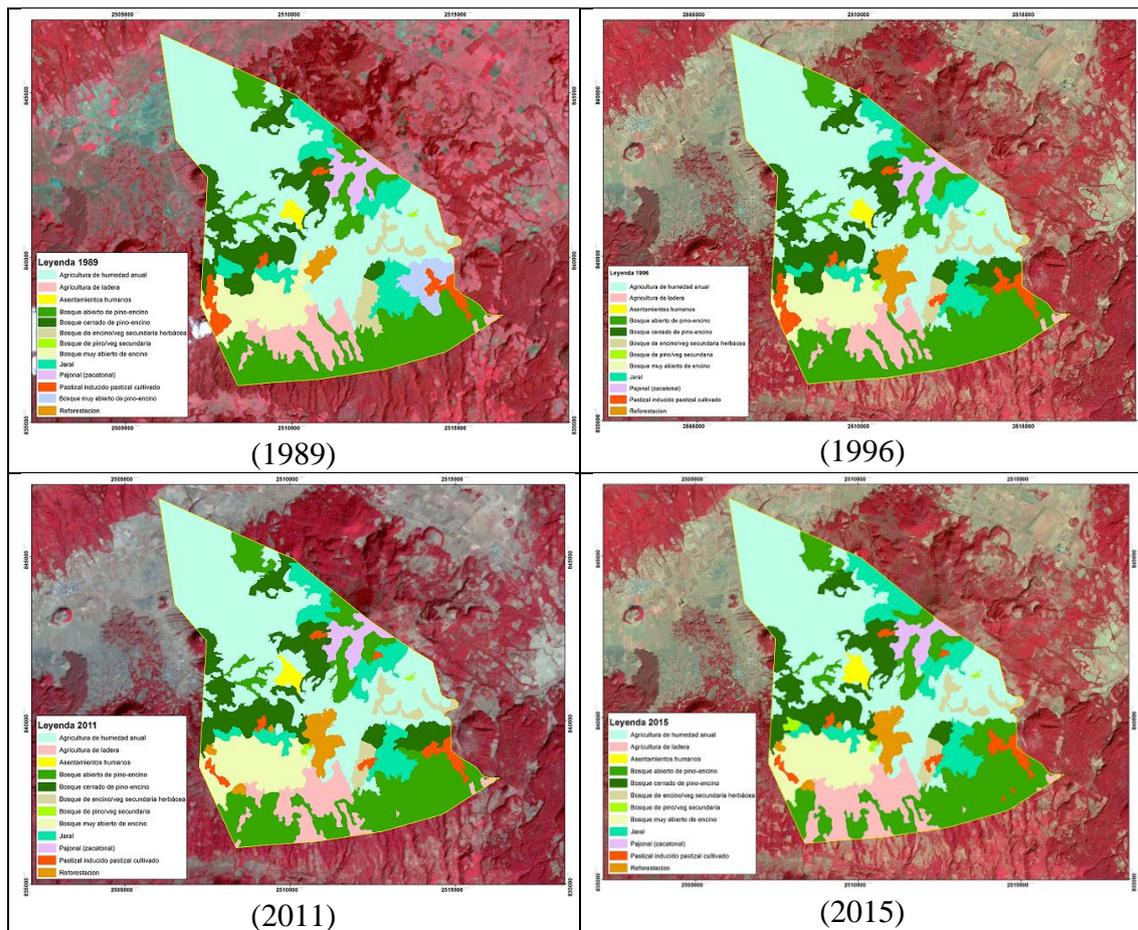


Figura 5.6.13. Cobertura de terreno en la comunidad de Comachuén, Michoacán, para el período 1989-2015.

Como se puede apreciar en el **Cuadro 5.4.10**, los cambios fueron en el siguiente sentido:

- La superficie de “agricultura de humedad anual” mostró una tendencia a la disminución al 2011 y continuó así al 2015.
- La “agricultura de ladera”, la cual se refiere a las áreas de uso agrícola ubicadas en la porción sur del cerro La Bandera, justo en la colindancia con la comunidad de Tingmabato, mostró también una tendencia creciente, sobre todo de 2011 a 2015.
- Los “asentamientos humanos”, en este caso se considera solo la población de Comachuén, también mostró una tendencia creciente en proporción al aumento del número de habitantes.
- En cuanto al “bosque cerrado” en 2011 aumentó con respecto a 1989, pero disminuyó ligeramente con respecto a 1996 y luego de 2011 a 2015 nuevamente disminuyó.

Cuadro 5.6.10. Resultados del análisis de cobertura de terreno en la comunidad de Comachuén, Michoacán, para el período 1989-2015.

Cobertura / Uso	Año de la imagen y superficie (ha)			
	1989	1996	2011	2015
Agricultura de humedad anual	2552.0	2438.1	2401.5	2395.4
Agricultura de ladera	396.8	351.8	408.0	534.3
Asentamientos humanos	40.2	42.1	52.6	64.1
Bosque abierto de pino-encino	1335.0	1471.8	1408.4	1353.4
Bosque cerrado de pino-encino	708.0	879.8	852.1	704.1
Bosque de encino/veg secundaria herbácea	186.7	153.9	148.5	146.3
Bosque de pino/veg secundaria	4.1	12.4	12.4	30.4
Bosque muy abierto de encino	446.3	418.5	496.2	496.2
Bosque muy abierto de pino-encino	160.7	0.0	0.0	0.0
Jaral	516.4	482.6	500.2	549.4
Pajonal (zacatonal)	168.3	150.6	150.6	140.9
Pastizal inducido, pastizal cultivado	162.0	176.7	124.8	140.9
Reforestación	56.6	154.8	177.7	177.7
Superficie total	6733.1	6733.1	6733.1	6733.1

- El “bosque abierto de pino encino” en 2011 aumentó ligeramente, con respecto a 1996, pero disminuyó en relación a 1996.
- La categoría de “bosque de encino/veg secundaria herbácea”, permaneció estable de 1996 a 2011 e incluso a 2015, sin embargo con respecto disminuyó ligeramente con respecto a 1989.
- La categoría de “bosque de pino/veg secundaria”, que proporcionalmente representa una superficie muy pequeña, aumentó de 1989 a 1996, y permaneció estable de 1996 a 2011, y luego aumentó nuevamente de 2011 a 2015.
- El “bosque muy abierto de encino” aumentó ligeramente,
- El “bosque muy abierto de pino-encino” se registró en 1989 y después ya no aparece en los siguientes años.
- La categoría de “jaral” mostró altibajos de 1989 a 2011, y muestra un aumento de 2011 a 2015, en alrededor de 49 ha, lo cual es significativo tratándose de una cobertura que se asocia al “abandono” de tierras de uso agrícola.
- El “pajonal o zacatonal”, el cual se ubica principalmente en la cima del cerro de La Virgen, tratándose de un pasto natural, disminuyó ligeramente.
- El “pastizal inducido, pastizal cultivado” disminuyó ligeramente., y, por último
- La categoría de “reforestación”, aumentó en más de 120 ha durante el período de 1989 a 2011, permaneciendo así hasta 2015, es decir de 2011 a 2015 no se observaron superficies adicionales de reforestación.

En resumen de este apartado se puede decir que ha habido cambios en la cobertura de terreno de la comunidad, en las distintas categorías utilizadas para el análisis y, en términos generales se observó una pérdida de la categoría de “bosque cerrado de pino encino” y ligero aumento de las categorías de “bosque abierto”, el cual consideramos como bosque deteriorado por acción antrópica.

No obstante, hay que señalar dos **focos amarillos** que corresponden a la categoría de “asentamientos humanos” y a la “agricultura de ladera”. Aunque proporcionalmente las superficies de estos usos son bajas en relación con la superficie total y de otros usos, la primera muestra una tendencia creciente acorde con el crecimiento poblacional y parece dispararse en los últimos años, representando 4.7%, 30,8% y 59.4% de incremento en superficie para los años 1996, 2011 y 2015, respectivamente, todos en relación con al año 1089. El segundo aspecto importante de tomar en cuenta es la tendencia creciente de la categoría de “agricultura de ladera”, la cual se ubica en la vertiente sur del Cerro de La Bandera, en los límites con la comunidad de Tingambato, y justo donde existe un área en litigio. De acuerdo a los productores en esta área se está dando un proceso de reapertura de tierras al cultivo de maíz y en algunos casos al establecimiento de aguacate.

5.6.2. Evaluación de la DT desde la perspectiva técnica

En este apartado se hace una interpretación del estado de conservación/deterioro de los recursos naturales de la comunidad de Comachuén, enfatizando sobre los procesos indicadores de degradación del recurso suelo/tierra, e incluyendo la fertilidad y morfología del suelo, los rasgos de erosión hídrica y eólica, los niveles de rendimiento de maíz como cultivo principal, la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz, y la dinámica de la cobertura de terreno. Se trata de una valoración mixta, cualitativa y cuantitativa, utilizando el esquema DPSIR, y el objetivo es contar con elementos de valoración de la DT al nivel local desde la perspectiva técnica y que esta pueda ser utilizada para un análisis más integrado en el que se complementen la perspectiva local y la perspectiva técnica.

5.6.2.1. Análisis de la información para la evaluación técnica de la DT

Procesos e indicadores de degradación del suelo

En este apartado hacemos una breve interpretación de las implicaciones del contenido de la información técnica obtenida en campo sobre la condición de conservación / degradación de la tierra al nivel de la comunidad de estudio.

Disminución de capa orgánica o mantillo. Existe una fuerte disminución de materia orgánica en los suelos agrícolas (perfiles 1 al 8 y 10) con relación a los suelos forestales (perfiles 9, 11 y 12), consistente en la remoción del mantillo u horizonte O. Esta pérdida es un proceso normal cuando se hace el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola. Actualmente los suelos de uso agrícola sólo presentan el horizonte A con distintos contenidos de materia orgánica, mucho más bajos que los contenidos en los suelos forestales. Los efectos directos esperados de esta remoción implican una disminución de los rendimientos de cultivos debido a la baja disponibilidad de nutrimentos, principalmente nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S) ya que éstos provienen principalmente de la materia orgánica del suelo.

Erosión del suelo. En general se puede decir que la erosión es moderada a pesar de que una gran parte de las tierras de cultivo se encuentran en condición de ladera. No obstante, el hecho de que tengan una textura media en promedio, con un alto nivel de arena, y por tanto una buena infiltración, el agua de lluvia tiende a percollar rápidamente sin causar fuerte erosión. La baja cantidad de arcilla presente en las capas superficiales impide que haya erosión en cárcavas y más bien este es tipo laminar y escasamente en canalillos y cárcavas poco profundas. En cuanto a la erosión eólica, esta ocurre muy frecuentemente, y aunque los agricultores no la consideran como problema, desde la perspectiva técnica influye negativamente en el escaso contenido de materia orgánica de la capa arable ya que se acelera su deterioro por exposición al sol y a la pérdida de humedad.

Color del suelo. Aunque el color es relativo en cuanto a su valor como indicador de la calidad del suelo, los colores claros (pardo y pardo amarillento) indican por lo general menor contenido de materia orgánica que los colores oscuros (pardo oscuro y negro). En general, los suelos de bosque con mantillo muestran sus capas superficiales

con colores oscuros, mientras que los suelos agrícolas muestran colores claros. Dentro de los perfiles, tanto de tierras de uso agrícola como de uso forestal, los colores son más oscuros en las capas superficiales, indicando un mayor contenido de materia orgánica. La excepción es cuando se trata de capas de ceniza volcánica poco intemperizada, la cual en esos casos muestra colores oscuros, lo que supone una composición de vidrio volcánico y minerales ferro-magnesianos, entre otros. En todo caso, y a reserva de contar con datos de laboratorio, una prueba de textura al tacto puede complementar la evaluación en campo. En el caso de Comachuén son pocas las áreas que muestran ceniza volcánica superficial (localmente llamada *cutzár'i* o “arena”). Se puede encontrar en algunas partes del Cerro La Bandera y en el paraje llamado *Pakua sapichu* (Llano chico). Los suelos oscuros, por otro lado se pueden encontrar en el paraje *Pakua* (Llano), el cual se ubica entre los dos cerros La Virgen y La Bandera, lugar que corresponde a las *tierras frías* de la comunidad, y donde se han desarrollado los típicos Andosoles⁸⁹, también llamados Andisoles en algunos sistemas de clasificación de suelos. En los suelos forestales los colores oscuros corresponden a las capas superficiales (horizonte Oe y A). En algunos de los suelos de uso agrícola también se observan colores oscuros en capas de suelos enterrados.

Contenido de arcilla (y paleosuelos). La mayor parte de los suelos presentaron capas de material joven (cenizas volcánicas) en diferentes grados de intemperización (desde horizontes A, AC, C y R). Sin embargo en varios casos se encontraron capas pertenecientes a paleosuelos o “suelos enterrados”, los cuales muestran texturas más finas, es decir mayor contenido de arcillas, y evidenciando diferentes materiales y procesos de formación de suelo (perfiles 3, 4 y 10). Estos suelos se encuentran dentro del área que localmente denominan *tierras calientes*, es decir al NE de la población, y a altitudes menores a 2,600 msnm. Justo en esa porción de las tierras comunales es donde se encuentra el paraje *Andárhukuran*, donde la mayoría de los agricultores indican que son *tierras buenas*. El mayor contenido de arcilla en el subsuelo implica una mayor disponibilidad de humedad y una mayor capacidad de retención de nutrimentos.

Fertilidad del suelo. En general el pH y la materia orgánica de la capa superficial de los perfiles descritos (**Figura 5.6.5**), así como de los suelos que fueron muestreados y

⁸⁹ Andosol, derivado de vocablos del japonés (“an” y “do”), y del latín (“sol”) que significan “suelo oscuro”.

analizados para propósitos de valoración de su fertilidad (**Cuadro 5.4.3**) presentan niveles adecuados para el crecimiento del maíz y otros cultivos como la avena. El pH se muestra alrededor del 6 el cual se clasifica como moderadamente ácido, y que en teoría puede dificultar la disponibilidad y absorción de nutrientes, muy particularmente fósforo, nitrógeno y magnesio. No obstante, como indican algunos autores, las variedades nativas de maíz están adaptadas para absorber fósforo y otros nutrientes bajo condiciones teóricamente restrictivas (Bartini et al., 2017; Bayuelo-Jiménez et al., 2011). En cuanto al contenido de materia orgánica, como se puede apreciar en la **Figura 5.6.5**, la diferencia entre suelos de cobertura forestal y los de uso agrícola es muy grande, implica una gran pérdida de materia orgánica en estos últimos, lo que lo ubica como un proceso de DT muy importante al nivel local, eso sin contar con datos de materia orgánica (o carbono) contenido en la cubierta forestal. El nivel de materia orgánica se encuentra en nivel bajo en los suelos agrícolas de tal manera que esto influirá en la disponibilidad de nutrientes, principalmente fósforo y nitrógeno, los cuales efectivamente se muestran deficientes. Asimismo, hay evidencia de niveles muy bajos de magnesio y de algunos micronutrientes. La alta capacidad de infiltración del suelo es un factor que puede estar influyendo en la lixiviación de nutrientes hacia capas más profundas, lo cual se vuelve un proceso de DT.

Los niveles de rendimientos de maíz

De acuerdo a los resultados que se muestran en el **Cuadro 5.6.7**, los rendimientos de maíz son bastante buenos en relación con los que se han reportado en diversos otros estudios en la región. Esos niveles concuerdan con la baja fertilidad del suelo y con la práctica generalizada de aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos, lo cual es una medida que según los productores es necesaria a fin de obtener los rendimientos ya señalados. La fertilización es más común que el abonamiento⁹⁰. En este sentido, se concluye que los agricultores están compensando la baja fertilidad actual de los suelos, debida a la degradación por pérdida de materia orgánica, a través de la adición de fertilizantes químicos o abonos orgánicos. Esta forma de compensación, a su vez, es una forma en que los agricultores están subsidiando la producción de maíz al nivel local, ya que los

⁹⁰ Para nuestros propósitos en esta tesis, fertilización implica uso de fertilizantes sintéticos o “químicos”, mientras que abonamiento implica utilización de abonos orgánicos.

fertilizantes necesariamente tienen que ser comprados, y esto lo hacen gracias a los recursos provenientes de la explotación del bosque.

Degradación de la cobertura y cambio de uso de terreno

Como parte del análisis de la DT, el cambio de cobertura de terreno nos da información sobre la degradación forestal, y en este caso podemos ver que para el nivel de análisis de coberturas realizado en este estudio **no existe evidencia de una fuerte tendencia de deterioro**, aunque se encontraron tendencias que se consideran negativas para algunas de las categorías utilizadas. Este es el caso de “bosque cerrado de pino encino” que disminuyó ligeramente, la “agricultura de ladera” que muestra tendencia creciente, el “jaral” que se incrementó ligeramente así como otras de “bosque abierto”. Por otro lado, desde lo que se pudo observar al nivel de campo, la vegetación “natural” (bosque de pino encino principalmente), está fuertemente afectada por la tala. Una gran parte del territorio de la comunidad tiene una cobertura de vegetación relicto y secundaria, denotando una degradación de la vegetación original, la cual se supone existió en tiempos fuera del alcance de este estudio, y actualmente no se perciben intenciones de reforestar por parte de la misma comunidad, ni por organismos externos, salvo algunos programas oficiales (CONAFOR, 2014), los cuales parecen aislados ya que no involucran a toda la comunidad y son de carácter anual, sin un plan comunitario y de seguimiento.

5.6.2.2. Evaluación integrada de la DT desde la perspectiva técnica

En el **Cuadro 5.6.11** se muestra de manera esquemática, utilizando como base el esquema DPSIR, la integración de los elementos recabados para la evaluación integrada de la DT desde la perspectiva técnica. El análisis o valoración de la DT se realiza en tres niveles, que son: al nivel de la actividad agrícola, al nivel de la actividad forestal, y al nivel de la comunidad.

Como se puede ver en este cuadro, en la parte de uso agrícola de las tierras se denotan procesos de DT por pérdida de materia orgánica y por erosión, lo que ha conllevado a la dependencia del uso de fertilizantes y a la necesidad a aplicación de abonos orgánicos a fin de obtener rendimientos aceptables. Hay plagas agrícolas en un nivel moderado pero de significancia económica para los productores. De igual manera, hay diversas plantas

silvestres no deseadas (“malezas”) que compiten fuertemente con los cultivos, cuyo control (manual) representa una gran inversión de tiempo. Hay poca diversificación de cultivos ya que actualmente predomina la rotación maíz-avena la cual por tratarse de gramíneas se puede asemejar a un monocultivo, y adicionalmente se observó baja incorporación de residuos de cosecha al suelo.

Cuadro 5.6.11. Resumen de análisis de la DT desde la perspectiva técnica, utilizando el esquema DPSIR, en la comunidad de Comachuén, Michoacán.

Nivel /	FACTOR CAUSAL (CAUSA SUBYACENTE)	PRESIÓN (CAUSAS DIRECTAS)	ESTADO	IMPACTO	RESPUESTA
	(D)	(P)	(D)	(I)	(R)
Actividad Agrícola	Manejo inadecuado de la tierra	Monocultivo (rotación maíz-avena) Abonamiento insuficiente Erosión hídrica y eólica gradual del suelo Lixiviación de nutrientes (no visible)	Disminución de materia orgánica del suelo Pérdida gradual de suelo superficial Presencia de plagas del suelo Presencia de arvenses no deseadas	Rendimientos dependen de fertilización y abonamiento Sin fertilización o abonamiento los rendimientos son más bajos que “antes” Plagas disminuyen rendimientos de cosechas Arvenses no deseadas compiten por humedad y nutrientes	Mayoría aplica fertilizantes, en siembre o escarda. Unos cuantos aplican abono orgánico suficiente Escasa incorporación de residuos de cosecha al suelo
Actividad Forestal	No hay plan de manejo	Tala “clandestina” Bosque no llega a su madurez	El bosque está deteriorado en su mayor parte, aunque hay áreas con bosque aprovechable	La madera es insuficiente para los artesanos locales La madera que cortan es “tierna”	Solo acciones aisladas de reforestación La tierra es RESILIENTE
Comunidad	Organización deficiente para el manejo de la tierra (agrícola y forestal) Aumento de la población División interna por partidos políticos Cambios culturales por influencia externa	Necesidad de empleos Necesidad de alimentos y forrajes Nuevas generaciones no tienen” tierra	Mayor presión sobre el bosque Mayor presión sobre la tierra	Conflictos internos por la madera Conflictos recurrentes por la madera con otras comunidades	Emigración temporal o permanente

En cuanto al sector de aprovechamiento forestal, se observa una fuerte presión sobre el recurso maderable lo que se ha traducido en una “tala clandestina”, y que en realidad es una tala tolerada donde la falta de acuerdos de fondo impide la aplicación de reglas de aprovechamiento bajo un plan de manejo comunitario. Dado que el aprovechamiento

maderable y la actividad agrícola son el sustento económico principal de la comunidad, la “tala clandestina” se vuelve la forma habitual de extracción de madera dando como resultado bosques deteriorados, lo cual no se percibe en el análisis de cobertura ya que el deterioro es a nivel de estructura de las comunidades vegetales.

A nivel de comunidad se observa una **creciente presión sobre la tierra de uso forestal**, y dado que los jóvenes en general no cuentan con tierra de uso agrícola, se prevé que la presión sobre esta se incremente en los próximos años. Asimismo, ya comienza a notarse cierta presión sobre la tierra para uso habitacional, lo que deriva del incremento poblacional. No obstante, la principal causa subyacente es la organización deficiente en cuanto al uso de la tierra, lo que induce a conflictos internos ante la falta de acuerdos consensuados, sobre todo en el aprovechamiento forestal. Ante esta situación la alternativa más frecuente ha sido la emigración temporal o permanente tanto al interior del país como al extranjero.

Capítulo 6

DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta sección se presenta una serie de reflexiones sobre los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Comenzamos analizando las implicaciones y alcances de los conocimientos tradicionales sobre el manejo de la tierra y de su condición de conservación/degradación, incluyendo la actividad forestal y la actividad agrícola. Enseguida se aborda la percepción local sobre el estado y causas de la DT, primero de los jóvenes y luego de los adultos, para al final hacer una integración de ambas visiones locales desde el esquema DPSIR. En la siguiente sección se discute la perspectiva técnica a partir de los datos y observaciones de campo enfocando a los procesos de la DT y de igual manera haciendo una integración de esta perspectiva con el esquema DPSIR. Finalmente se intenta una integración de ambas perspectivas, local y técnica, a manera de “hibridación” de conocimientos.

6.1. Conocimiento local y aprovechamiento del recurso tierra

6.1.1. Conocimientos sobre el recurso tierra

Unidades de paisaje (tierra)

Los agricultores de Comachuén poseen un amplio conocimiento sobre las unidades de paisaje que conforman su territorio comunal. La identificación de unidades más generalizada es a través de los parajes. Estas son superficies de tierra con límites más o menos definidos, que se identifican con un nombre propio y que tienen un propósito utilitario o de reconocimiento. El uso más recurrente es el de ubicación (sirve como referencia geográfica) y se aplica principalmente para ubicar predios de uso forestal o de uso agrícola. En un trabajo anterior en la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parngaricutiro (CINSJP), con sistema de manejo de la tierra similar, se encontró un conocimiento homólogo (Pulido y Bocco, 2003a,b). En estas dos comunidades, Comachuén y Nuevo San Juan se observa que la clasificación del paisaje es multiescalar como se representa en la **Figura 6.1. El conocimiento local del paisaje es importante**

porque representa la base biofísica donde se desarrollan las actividades productivas y también los procesos de la DT.

El conocimiento de las plantas es con base en su utilidad o características. Por ejemplo, los pinos son conocidos por especie y cualidades maderables o resineras, como se indicó en el Cuadro 5.2.5. Pero los usos directos son muy diversos, desde madera en tablas, leña, postes, ornamentales, hasta medicinales y comestibles.

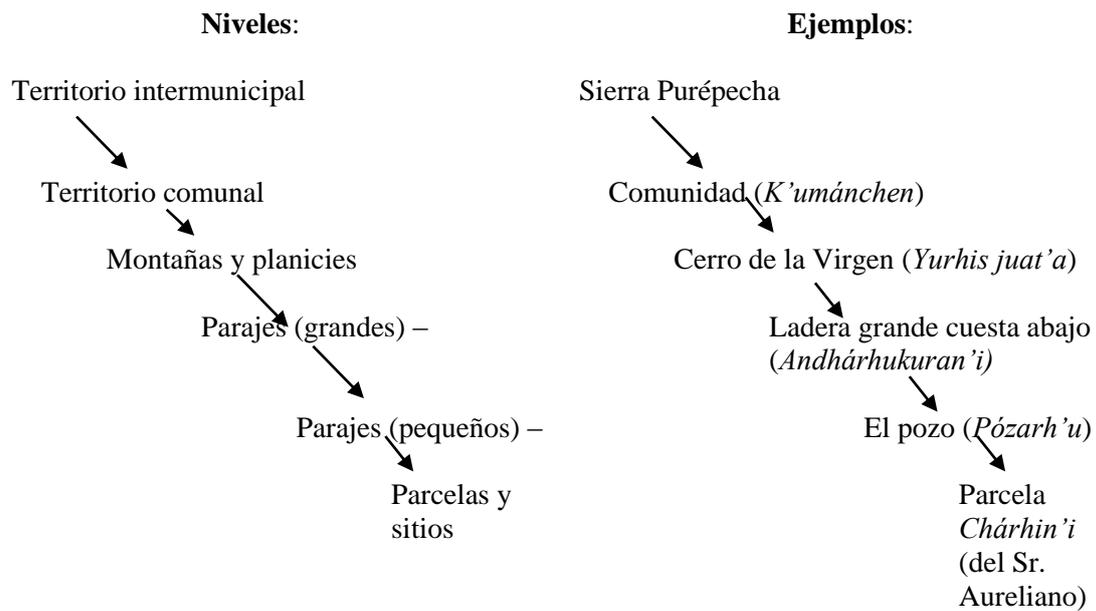


Figura 6.1. Niveles de diferenciación de las unidades de paisaje desde el conocimiento local.

Fuente: Elaboración propia.

Conocimientos sobre plantas y animales

Pero el conocimiento no se circunscribe al paisaje, sino también a sus componentes. En este sentido, las plantas y los animales (la biota) que existen en el territorio comunal también son conocidos, y forman parte de los recursos de la tierra que identifican y aprovechan los productores locales. De alguna forma también la identificación y conocimiento de plantas, por ejemplo de los bosques de pino-encino, es multiescalar o jerárquica, y se reconocen al menos cinco estratos como se indica en la **Figura 6.2**.

Algunas plantas, tales como la *k'arhátak'ua* o “jara china” (*Baccharis* sp.) y la *tsirángeraman'i* o “elotilla” (*Lupinus* sp.), son conocidas por su capacidad para restaurar o abonar tierras, y pueden ser utilizadas como indicadoras de calidad de la

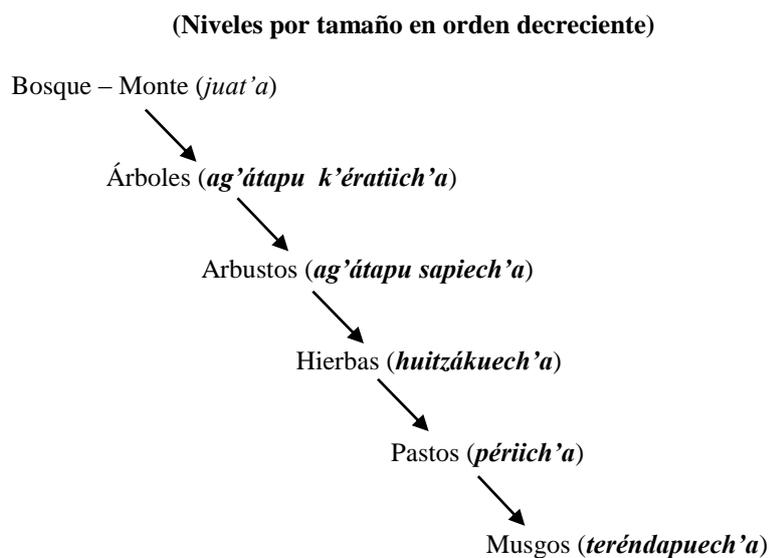


Figura 6.2. Niveles de diferenciación de estratos de plantas desde el conocimiento local en Comachuén. *Fuente:* Elaboración propia.

tierra. La primera es una planta semi-perenne arbustiva característica en la vegetación secundaria en tierras que se “abandonan” después de ser “deforestadas” o cuando ya no son productivas para cultivos agrícolas. Cuando una tierra está cubierta predominantemente de *Baccharis* sp., se dice que está “enjarada” y es signo de que ha sido “abandonada” por algún tiempo y está en proceso de recuperación ya que con la cobertura arbustiva de *Baccharis* se recupera la fertilidad de la tierra a través de la acumulación de materia orgánica. Cabe mencionar que “abandono” de tierras no siempre es porque ya no sean productivas sino también ocurre por falta de mano de obra o por emigración de los productores. La segunda es una planta anual herbácea del grupo de las leguminosas, que como es sabido tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (Barrientos et al., 2002; Zamora-Natera et al., 2017), y en este caso es característica de la vegetación secundaria o “maleza” que crece en las tierras en descanso (al menos un año), particularmente en sitios donde hay buenas condiciones de humedad. La presencia de la *tsirángeraman'i* se considera benéfica para la fertilidad de la tierra ya que, según refieren los agricultores, esta planta abona la tierra, lo cual se explica técnicamente por el aporte de nitrógeno (N) proveniente tanto del follaje como de las raíces noduladas. La *tsirángeraman'i* crece en manchones dentro de los terrenos, donde se espera que la tierra producirá buenas cosechas en el siguiente ciclo de cultivo. Tanto la “jara china” como la *tsirángeraman'i* se consideran restauradoras de la fertilidad del suelo, pero el efecto

benéfico es más rápido con la *tsirángeraman'i*, aunque la jara puede crecer en condiciones más restrictivas (suelos más degradados o con menor humedad),

En el caso de los árboles, los productores indican que hay diferencias por su calidad de materia orgánica (*terend'a*) que aportan a la tierra. Los pinos aportan la hojarasca o *huinum'u*, y ramas que con el tiempo conforman el mantillo, el cual tiene diversos grados de descomposición, pero no es muy apreciada como abono. En tanto que por otro lado, los encinos producen una hojarasca que se descomponen fácilmente y es de donde se obtiene la “tierra de monte”, la cual se extrae para su empleo en macetas para plantas de ornato. Los adultos refieren que este tipo de mantillo se usaba para revolver con el estiércol y preparar abono orgánico para los cultivos. El conocimiento local de los productores incluye las cualidades y usos específicos de las especies arbóreas tal como se indicó en el **Cuadro 5.2.5**.

En cuanto a los animales (fauna silvestre, principalmente mamíferos y aves), de acuerdo a la información recopilada en recorridos de campo, la abundancia de especies silvestres se ha reducido en concordancia con la deforestación, es decir con la destrucción de su hábitat. Particular interés se pone al venado (cola blanca), del cual refieren que antes (hace unos treinta años o más) era frecuente observar individuos de esa especie en los bosques de su comunidad. Como es sabido, el venado es una de las especies que requiere grandes extensiones de territorio como hábitat natural. Otras especies también han disminuido su abundancia, como el conejo y el pájaro carpintero, entre otros. La disminución de ciertas especies faunísticas es considerada un indicador del impacto negativo de la DT al nivel local. Algunas especies han mostrado aumento en su abundancia relativa, de acuerdo a la percepción de los agricultores, tales como el coyote, la ardilla y la tuza. Estas especies son consideradas nocivas y no tienen depredadores efectivos, debido al deterioro del bosque, por lo que causan diversos daños que afectan de manera indirecta a la comunidad.

Clases de tierra

El conocimiento sobre los recursos naturales también incluye las clases de tierras. Esta clasificación se da en tres categorías:

1.- Clasificación por clima y altitud

- a) Por clima y altitud al nivel regional. Al nivel del estado de Michoacán se diferencian las regiones *Tierra caliente* y la *Tierra fría* o Sierra. El significado de tierra en esta diferenciación es el de un territorio extenso con similares características de clima y altitud. Geográficamente se trata de tierras altas (*Tierra fría*) y tierras bajas (*Tierra caliente*) con diferentes climas y por tanto también con diferentes tipos de vegetación. Aun cuando al nivel estatal la *Tierra caliente* se refiere a las áreas con clima cálido seco y vegetación predominante de selva baja caducifolia (ubicadas al sur del estado y pertenecientes a la cuenca del río Balsas), los comachuenses se diferencian de las comunidades que colindan con ella hacia el sur, donde el clima va cambiando en un gradiente que va desde el templado húmedo y semicálido, hasta el cálido seco en las partes más bajas, autodenominándose habitantes de *Tierra fría* o serranos. Además de la altitud, una barrera orográfica al nivel local (cerro La Bandera) divide a estas dos regiones que desde el conocimiento local se reconocen como dos clases de tierra basadas principalmente en el clima regional.
- b) Por clima y altitud al nivel local. Esta clasificación se da de manera similar al anterior, pero en una escala local. Aquí el concepto de tierra es equivalente al de terreno y se diferencia básicamente por altitud y temperatura (cualitativa), aunque también es importante la exposición de pendiente. Las tierras que tienen alturas menores a 2600 msnm y exposición O→E, son consideradas *tierras calientes*, mientras que el resto de las tierras de la comunidad son consideradas *tierras frías*⁹¹. La implicación de esta clasificación es que en las *tierras calientes* es donde hiela menos, es decir donde, de acuerdo a la percepción de la gente local, se presenta menor número de heladas, y por lo tanto hay menos riesgos para los cultivos.

2. Clasificación con base en las características del suelo (tipos de tierra)

Esta clasificación se basa en propiedades organolépticas del suelo superficial como color, textura y presencia de mantillo. La tierra tipo *topure* (*t'upur'i*, tierra polvosa en lengua purépecha) es la más común, pero esta puede ser diferenciada por color en *topure negra* y *topure amarilla*. También se reconocen las tierras

⁹¹ En realidad la exposición es circunstancial, es decir no es un factor determinante, sino más la altitud, solo que en este caso las tierras calientes de la comunidad se encuentran en una gran ladera con exposición O→E.

arenosas (*echer'i cutzar'i*) y las tierras coloradas (*echer'i charhand'a*), aunque estas se ubican de manera muy localizada.

3. Clasificación por calidad

Esta clasificación se basa en la productividad de las tierras, la cual se fundamenta en su fertilidad. El contenido de materia orgánica (MO) del suelo (estimado cualitativamente) es el indicador básico para esta diferenciación, y a mayor contenido de MO, la tierra es más *buena* y viceversa. En segundo término se usa la textura, siendo las más arenosas las de menor calidad.

En resumen estas clasificaciones tienen fines prácticos para los lugareños ya que les permiten diferenciar (cualitativamente), al nivel de región y al nivel local, tierras de diferente clima con vegetación y productividad de biomasa igualmente diferentes. Al nivel local las propiedades organolépticas, como color y textura también son utilizadas para diferenciar clases de tierra. También diferencian las tierras por calidad para la producción agrícola, las cuales son producto del manejo, tiempo de uso y de la ubicación (altitud y exposición de pendiente). Los principios que fundamentan las clasificaciones locales son similares a los que se emplean en las ciencias de la tierra, aunque los métodos y la precisión son diferentes.

6.1.2. Conocimientos sobre el uso de la tierra

Aprovechamiento del bosque

Además del conocimiento y aprovechamiento de las plantas como se ha comentado anteriormente, es necesario recalcar que la comunidad ha basado sus actividades económicas, además de la agricultura, en el aprovechamiento de la madera, misma que extraen de los cada vez más escasos recursos forestales con que cuentan. Se observa, sin embargo, que el escenario para esta actividad es incierto, más bien negativo, ya que se prevé que en muy corto plazo se agotará el arbolado maderable, técnicamente útil para aserrar, principalmente porque no se han implementado programas de reforestación efectivos para compensar la tala que se realiza actualmente. De momento el único factor que compensa la degradación forestal es la **regeneración natural** que a través de ciclos de 15 a 25 años provee de madera dando continuidad a la actividad artesanal. No hay

tampoco un programa de educación ambiental que sensibilice a la gente, excepto en la enseñanza formal, y la principal debilidad que se observa es la falta de organización y consenso en priorizar y actuar para revertir el proceso actual de deforestación. Las escasas regulaciones que emanan de la asamblea comunitaria (vigilancia) no son suficientes para detener o neutralizar el deterioro del bosque. Bajo este contexto, parece prioritario y estratégico que se logre un consenso en los objetivos de la comunidad. Esto podría ser la base para un **plan de manejo comunitario** del bosque y de restauración de tierras, a mediano y largo plazo.

Conocimiento local sobre prácticas agrícolas

La agricultura es la actividad primaria que les provee de alimentos básicos tanto para autoconsumo como para la alimentación de los animales y en menor medida para la venta al nivel regional. Los actores locales tienen un vasto conocimiento sobre las prácticas agrícolas, que pueden ser consideradas como tradicionales, que son aprendidas a través de la práctica cotidiana durante varios años, incluso décadas. Este conocimiento incluye diversos aspectos como la forma de preparación de la tierra, los tiempos de siembra, la selección de semillas, la forma de siembra, las labores agrícolas, la cosecha y el almacenamiento. Más aun, el uso del maíz incluye la alimentación humana y de animales de trabajo, temas que no se profundizan en esta tesis.



Figura 6.3. Las fuentes de tracción en la agricultura de Comachuén: (a) yunta de bueyes; (b) carreta jalada por bueyes; (c) tractor barbechando.
(Fotos: J. Pulido)

En Comachuén se sigue practicando en mayor medida una agricultura de tipo tradicional, aunque con algunos cambios importantes con respecto a la agricultura de hace unos 40 años antes. Las semillas que utilizan, maíz y avena principalmente, son criollas, pero en ocasiones llegan a comprar semilla mejorada de avena. Como fuerza de tracción se sigue

utilizando la yunta de bueyes para realizar las labores de cultivo, desde el barbecho hasta la segunda escarda. Además los animales también son utilizados para el transporte de aperos de labranza y el producto de la cosecha (rastrojo y maíz, avena), y en la actividad forestal para transportar troncos de madera (trozos). En la **Figura 6.3** se muestran los usos de yunta y tractor en actividades agrícolas y forestales en la comunidad de estudio.

Los cultivos más importantes son el maíz y la avena, en ese orden. Sin embargo, se observa que ha habido **cambios tecnológicos en la agricultura** actual con respecto a la forma en que se practicaba hace unas tres décadas. Estos cambios tienen que ver principalmente con aspectos tecnológicos como son: la **sustitución del uso de arado de palo, por el arado de fierro**⁹², y en algunos casos por el **uso de tractor**, el cual es utilizado en la preparación de la tierra, y por el creciente **uso de fertilizantes** en sustitución de abonos orgánicos como era costumbre hace algunas décadas.

Con respecto al uso de arados, los que prefieren el uso del arado de palo argumentan que, aunque con el arado de fierro se trabaja más rápido, y se puede hacer con mulas en lugar de bueyes, el arado de palo conserva mejor la tierra y la humedad de la misma, al no invertir el suelo como sí lo hace el arado de fierro (vertedera). En la literatura algunos autores señalan esas ventajas (Riquelme et al., 1991) pero otros consideran que el segundo es mejor para ciertas condiciones (Diego et al., 2013).

En este mismo sentido, es importante señalar que ha habido una tendencia al cambio en la fuerza de tracción ya que algunos productores optan por utilizar tractor para el “barbecho” y rastreo, en tierras más o menos planas y de poca pendiente, tendiendo gradualmente hacia una tracción mixta. El argumento de quienes prefieren el uso de tractor es que las labores, se realizan más rápido, no obstante que implica erogar un costo de inmediato. Reconocen, sin embargo, que el trabajo con yunta es más eficiente para el arroje de humedad del suelo. El tractor normalmente es rentado de otras comunidades.

Otro aspecto que ha cambiado es la fuente de nutrición de los cultivos y que consiste en la sustitución de abonos orgánicos (estiércoles) que tradicionalmente fueron utilizados,

⁹² De acuerdo a los agricultores, antes se utilizaba el arado de palo en todas las labores, barbecho, cruza, siembra y escarda y segunda escarda. Ahora se utiliza el arado de palo solo por algunos productores ya que la mayoría utiliza el arado de fierro.

por fertilizantes químicos. Esta misma tendencia se observó en la CINSJP⁹³ a finales del siglo pasado (Pulido y Bocco, 2003a,b). En Comachuén los estiércoles dejaron de ser utilizados por falta de ganado (bovino y ovino). Refieren que antes había más ganado⁹⁴ y por tanto suficiente estiércol. Los fertilizantes, principalmente “fórmula” (fosfato diamónico o 18-46-00) y “sal” (sulfato de amonio), son aplicados al tanteo, por experiencia, pero sin una base técnica que garantice cantidades y balances (dosis) apropiados. Para la mayoría de los productores, estos cambios se perciben como perjudiciales para la tierra ya que consideran que la degradan o “la echan a perder”, lo cual implica que disminuye la calidad de la tierra porque “la queman” (por uso de fertilizantes) y porque, además, el uso del tractor y arados de fierro “la hace polvo”. El resultado es que con esos cambios la tierra se “deslava” más fácilmente y guarda menos humedad, y además “la tierra se acostumbra a los fertilizantes y después ya no quiere producir bien sin fertilizantes”.

Además, otros aspectos de tipo **socioeconómico**, que han cambiado, y que giran en torno a las actividades agrícolas en Comachuén, se pueden mencionar: la importancia relativa del maíz, ya que como mencionan los productores “antes tenía mejor precio y se producía más”, y ahora “ya no vale y lo sembramos solo para comer, ya no para vender”. También se observa un proceso de parcelación, ya que antes las parcelas eran más grandes y con el paso de las generaciones y consecuente aumento de familias, se han tenido que fraccionar para heredar a los nuevos descendientes.

En resumen se trata de una **agricultura tradicional con cambios y adaptaciones**, lo cual es inherente a la definición de agricultura tradicional, y en este caso se ejemplifica con la fuerza de **tracción mixta**, donde el uso de yuntas es predominante pero también se utiliza la tracción mecánica.

⁹³ CINSJP, Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México.

⁹⁴ El ganado ovino dejó de ser importante cuando las fibras sintéticas desplazaron el uso de lana en la confección de ropa y cobijas, un cambio tecnológico a nivel mundial.

6.2 ¿Cómo perciben los actores locales la DT?

En este apartado se presenta un análisis de la percepción de los actores locales, jóvenes y adultos, en primera instancia por separado y posteriormente de manera integrada, tratando de identificar causas, proceso e indicadores de la DT, y también clasificando la información con base en el esquema/modelo DPSIR con el propósito de identificar los tipos de causas subyacentes y directas, así como los impactos y las respuestas. La integración de la percepción de estas dos generaciones, jóvenes y adultos, nos muestra la complementariedad de ambas visiones.

6.2.1. ¿Por qué separar percepción de jóvenes y de adultos?

En este estudio se consideró importante investigar las percepciones de jóvenes y de adultos por separado debido a que pueden ser diferentes, complementarias o contrastantes. En este caso los jóvenes en realidad representan varias generaciones, desde 18 a 39, años de edad (definido para este estudio). En su mayoría cuentan con estudios y sus actividades son más diversificadas que las de los adultos. Aunque la mayoría participa en las actividades de campo, no tienen la misma experiencia práctica que los adultos, pero tienen más conocimientos de la educación formal y por tanto conocen más acerca de conceptos y de las implicaciones del deterioro de los recursos naturales (DT) más allá de lo local. Los adultos por su parte son personas mayores de 40 años (rango de 40 a 97 en este estudio) cuya actividad principal es la agricultura. Varios de ellos no tienen estudios formales y se considera que tienen más experiencia práctica sobre las actividades agrícolas, sobre el aprovechamiento del bosque y que a la vez poseen un mayor acervo de conocimientos tradicionales.

A continuación se hace una breve discusión de las diferencias en percepción entre ambas generaciones sobre la DT al nivel local.

6.2.2. Percepción de jóvenes sobre la DT

Importancia y situación de la agricultura

La percepción de los jóvenes sobre la **situación actual de la agricultura** (Cuadro 5.3.2) es que ésta es una actividad tradicional y es importante para la alimentación de la comunidad, pero también perciben que es una actividad en “crisis” debido a diversos factores como son el **manejo inadecuado** y “falta de desarrollo” de la actividad, por factores meteorológicos adversos, por cambios en el sistema tradicional, y por pérdida de la capacidad productiva de la tierra.

Esta apreciación es razonable ya que efectivamente la agricultura actualmente en la comunidad es poco diversificada, los rendimientos del cultivo principal (maíz) son aparentemente más bajos que los que se obtenían antiguamente, incluso sin adición de fertilizantes y a veces sin adición de abonos orgánicos según refieren los agricultores. Los cambios en el sistema tradicional se refieren a la introducción de fertilizantes, el uso del tractor en algunas prácticas culturales, principalmente. Estos cambios son parte del manejo inadecuado que perciben, mientras que la “falta de desarrollo” se interpreta como la práctica rutinaria de siembra de maíz, con escasa tecnología “moderna”, con baja diversificación, y con escasa inclusión de otros cultivos referentes de la milpa tradicional, como el frijol, haba⁹⁵ y calabaza. Además, prácticamente no hay rotación de cultivo gramíneas/leguminosas, aunque sí de maíz/avena, la cual se considera no adecuada por ser ambas gramíneas y por tanto extractivas de nutrientes y aportar muy poco nitrógeno. Las variedades de semillas de maíz son las llamadas criollas o nativas de la región, lo cual es una ventaja porque ellas están adaptadas al ambiente local, pero no se realiza un proceso de selección adecuada de las semillas ya que ésta se hace “en el montón” significando una baja eficiencia genética de las plantas en campo, según información técnica sobre el tema (Aguirre y García, 2012; SAGARPA, s.a.).

⁹⁵ Aunque el haba (*Vicia faba* L.) no es originaria de América, desde su introducción durante la época de La Colonia se ha adaptado muy bien a la milpa.

Degradación del bosque

Con respecto al estado de conservación del bosque (**Cuadro 5.3.3**), casi en su totalidad los jóvenes perciben que se encuentra **muy deteriorado**, lo cual denota que además de que están conscientes de la situación de su recurso forestal, están preocupados por su degradación.

Con respecto a las causas que de la deforestación que ellos perciben, son dos las mayoritarias: la **falta de empleos** locales, la “**falta de conciencia ambiental**”, y la carencia de un plan de manejo forestal. La primera se asocia al hecho de que la actividad forestal es la principal fuente de empleos de la comunidad, y al no existir otros empleos, la mayor parte de la gente recurre al recurso forestal para su sobrevivencia.

La “falta de conciencia” debe interpretarse más como falta de interés ya que se contradice con el hecho de que ellos mismos perciben el estado actual de deterioro del bosque, es decir están conscientes del daño que se le hace al deforestar, y más bien es la falta de interés por iniciar acciones para revertirla, incluyendo la creación de fuentes alternativas de empleo y de actividades de restauración. Se estima que los recursos económicos que se obtienen del aprovechamiento forestal, los cuales no fueron cuantificados pero que se suponen a partir de los datos de talleres artesanales en la comunidad, subsidian de manera importante a la agricultura (principalmente para la compra de fertilizantes) y complementan la manutención de las familias.

La parte más deteriorada del bosque, de acuerdo a observaciones de campo, se ubica en las tierras manejadas en común y que ellos las refieren como “comunal”, por ejemplo en el paraje *Pinurhisii*. Aparentemente la falta de control de las autoridades comunales sobre el bosque comunal hace que no se respeten las reglas internas, aunque en realidad es en gran parte de la comunidad donde se han perdido valores y más bien los “talamontes” no respetan a las autoridades ni a la comunidad. Muchas personas refieren que cuando se sorprende a las personas talando los árboles, los denuncian a las autoridades de la cabecera municipal, los cuales “los multan y salen en libertad” sin reparar ningún daño. Dicen entonces que esto no les resuelve el problema porque esas mismas personas vuelven a la misma actividad de “talamontes”.

Otro de los obstáculos para detener la **deforestación**, además de la falta de respeto a las autoridades y a la comunidad, es que en ella **participan muchas personas** de la comunidad (**Cuadro 5.3.5**), pero ellos (los jóvenes) justifican esa situación debido a que el bosque es la principal fuente de ingresos para el sustento diario, y porque no hay otras alternativas empleo al nivel local.

La DT en tierras agrícolas

Los jóvenes en su mayoría reconocen que las tierras de uso agrícola se encuentran degradadas (**Cuadro 5.3.6**), lo cual significa que para ellos son de menor calidad (que antes), esto es, que son menos productivas porque tienen baja fertilidad y guardan poca humedad, que además muestran signos de erosión y que requieren de aplicaciones de fertilizante. Consideran que para conservarlas o mejorarlas deben ser manejadas adecuadamente.

Los jóvenes indican en su mayoría que las **tierras de uso agrícola** se encuentran **degradadas** debido al uso de fertilizantes sintéticos (“químicos”), y también por el manejo inadecuado, es decir sin rotación, sin prácticas de conservación y poco descanso” (**Cuadro 5.3.7**). Saben que la tierra debe ser manejada adecuadamente, a través de prácticas conservacionistas, para que pueda mantener o recuperar su calidad. Nuevamente se muestra lo razonable del conocimiento local sobre el manejo del recurso tierra, en este caso para propósitos agrícolas.

La percepción de los jóvenes sobre los **impactos de la deforestación** en la comunidad (del **Cuadro 5.3.8**), es prioritariamente sobre **aspectos ambientales**, y en segundo término sobre **aspectos socioeconómicos**. Perciben que al deforestar se daña al medio ambiente en su conjunto, utilizan el concepto de ecosistemas para referirse al medio ambiente. De manera importante señalan que la deforestación afecta el ciclo hidrológico local disminuyendo el caudal de los manantiales. Asimismo mencionan que hay menos oxígeno y biodiversidad. Pero también observan que al deforestar se destruye el recurso que les da el sustento diario, y que deteriora las tierras haciéndolas menos productivas. Incluso algunos señalan efecto negativo sobre el clima local, haciéndolo más caliente y menos lluvioso. **Esta visión de los jóvenes es claramente un reflejo de la conjunción**

de su preparación escolar formal y de la observación y convivencia con la naturaleza de manera cotidiana.

En el **Cuadro 6.1** se presenta una síntesis de la percepción de los jóvenes sobre los factores e indicadores de la DT tanto en tierras agrícolas como en las forestales.

6.2.3. Percepción de adultos sobre procesos e impactos de la DT

Al cuestionar a los adultos sobre la condición de **degradación de las tierras de bosque (Cuadro 5.3.9)**, en su mayoría ellos respondieron afirmativamente, y señalaron además que son pocos los productores que las cuidan. Sin embargo una buena proporción consideró que esas tierras siguen siendo de buena calidad, y otros más no supieron dar una respuesta. A diferencia de los jóvenes, aquí **los adultos no son contundentes en afirmar la condición de degradación de la tierra**. En este sentido, las respuestas de jóvenes y adultos se pueden considerar complementarias. **Para los jóvenes el bosque está fuertemente degradado, mientras que para los adultos las tierras forestales se están degradando por efecto de la deforestación.**

En contraste, la percepción de adultos sobre la **DT en tierras de uso agrícola (Cuadro 5.3.10)**, fue contundente en afirmar que están degradadas; **la mayoría considera que están muy degradadas** y la otra parte que la degradación es regular. Aquí hay que considerar que los adultos han tenido más tiempo de contacto con la tierra y han podido observar los cambios a través del tiempo, particularmente en cuanto al impacto sobre los rendimientos de cultivos.

De hecho para los adultos el **rendimiento de cultivos es el principal indicador** de la calidad/degradación de la tierra (**Cuadro 5.3.11**). También señalan como indicador la necesidad de fertilizantes, pero finalmente éste se relaciona con la obtención de cosechas. En menor proporción utilizan otros indicadores como la consistencia del suelo, el color y la ubicación en la pendiente. Estos indicadores ayudan a definir de mejor manera la clasificación por calidad de las tierras. Los que perciben que todas las tierras están degradadas (“desgastadas”) no mencionan indicadores de calidad. Los agricultores adultos están reconociendo claramente la DT a través del impacto de esta sobre su calidad, expresada ésta a su vez en su capacidad de producción de cosechas.

Cuadro 6.1. Síntesis de la percepción de la DT por **jóvenes** en Comachuén con base en el esquema DPSIR.

Causa (Subyacente)	Presión (Causa directa)	Estado	Impacto	Respuesta
-----AGRICULTURA / TIERRAS AGRÍCOLAS -----				
Mal manejo de la tierra (falta de rotación de cultivos, prácticas de conservación y descanso de la tierra) Otras causas: Tala de árboles, “mala calidad” de las tierras, aumento de la población (mayor demanda de alimentos)	Fenómenos hidrometeorológicos afectan los cultivos	Agricultura bien Altos costos	Agricultura es importante para la comunidad Tierras no producen igual	Aplican fertilizantes
	Uso de fertilizantes “quemán” la tierra	Tierras muy degradadas	Disminuyó fertilidad y humedad de la tierra Requieren fertilizante Requieren buen manejo	Algunos usan sistema “año y vez”
	Se degradan por erosión	INDICADORES Hace más calor Llueve menos	Se hacen menos productivas	JPS.- Algunos aplican abonos orgánicos
-----BOSQUE, SILVICULTURA-----				
Falta de empleos Falta conciencia ambiental Por costumbre Mal manejo del bosque Falta un plan de manejo forestal Organización deficiente de la comunidad (“mala organización”)	“Deforestación” Participa mucha gente en la “deforestación” (fuerte presión)	Monte / bosque está muy deteriorado	Bosque – Principal fuente de ingresos	Ninguna
			Dimensión ambiental Menor captación de agua Los manantiales disminuyen caudal o se secan Menos árboles Menos recursos naturales Dimensión socioeconómica Afecta la principal fuente de empleo Habrá menos trabajo (menos dinero) Aumentará emigración Aumentará drogadicción	Comunidad no hace “nada”

Puede verse que **la valoración de la DT de los productores es muy práctica**, dirigida a un aspecto utilitario e integrador y que es de su interés inmediato, es decir el rendimiento de cosechas.

De manera consistente, los agricultores ubican las **clases de calidad de tierras**, en dos parajes bien identificados (**Cuadro 5.3.12**). Las *tierras buenas* en *Andárhukuran'i*, que significa *ladera grande cuesta abajo*, y las *tierras corrientes* en *Huanájtakuri'n*, que

significa simplemente ladera⁹⁶. Aunque la calidad de las tierras varía frecuentemente de una parcela a otra, e incluso dentro de una misma parcela (con base en observaciones de campo), los agricultores ubican a esos parajes como representativos de esas clases de tierra por calidad. En este caso la calidad es referente a la capacidad de las tierras para producir cosechas.

Cuando se preguntó a los adultos sobre las **causas de la DT en tierras de uso agrícola (Cuadro 5.3.13)**, de manera preponderante ellos perciben que al no haber árboles el agua de lluvia y el viento arrastran la tierra (suelo). Es decir, **para ellos la erosión del suelo (deslave) es la causa principal**, y la asocian a la pérdida de cobertura vegetal (deforestación) y a la pendiente del suelo (tierras de ladera). **Esta es una diferencia importante entre las percepciones de jóvenes y adultos ya que los primeros le dan mayor peso al uso de fertilizantes y al manejo no adecuado de las tierras.** Los jóvenes perciben que el uso de fertilizantes químicos es la causa principal, mientras que los adultos mencionan en primer término el efecto de las crecientes en laderas (erosión hídrica). Es probable que esta diferencia se deba a los distintos tiempos que han vivido y experimentado con el uso y manejo de la tierra. Los adultos han podido ver la condición del bosque y las tierras agrícolas en diferentes épocas y están más conscientes de la importancia de la cobertura vegetal (de bosque) sobre la calidad de las tierras, mientras que los jóvenes han experimentado más cercanamente los efectos del uso de fertilizantes y del cambio en la forma de labranza. **En resumen sobre este aspecto parece que ambos tienen razón y que los factores o causas que perciben son complementarios.**

Otras causas mencionadas por los adultos tienen que ver con el **manejo de las tierras**: el **uso intensivo** (“año con año”) o prolongado con poco “descanso”, la falta de prácticas de conservación del suelo, el uso de fertilizantes y la invasión de pastos no deseados (“pasto estrella” en este caso). Se observa entonces que los factores percibidos son más de índole socioeconómico y tecnológico (el manejo de tierras) que de tipo biofísico. El factor biofísico que influye de manera importante es la **pendiente**, y aún ésta podría ser

⁹⁶ Ambos nombres de parajes, *Andárhukurani* y *huanájtakurin*, tienen como significado literal ladera, sin embargo la primera tiene la connotación de ladera grande cuesta abajo. y la segunda de ladera chica vista desde abajo o en un plano horizontal. Lo anterior es una interpretación del autor con base en la interpretación del conocimiento y percepción local.

manejada adecuadamente si se aplicaran prácticas de conservación, tales como el surcado en contorno, cepas de contención, cercos vivos, etc.

La percepción de los adultos sobre el **efecto negativo de los fertilizantes** es que “las tierras se acostumbran a ellos” y que “les quitan la fuerza” (**Cuadro 5.3.14**), aunque también indican que **al inicio su aplicación fue benéfica porque incrementaba los rendimientos**. Sin embargo señalan que cada vez se requiere aplicar mayor cantidad de fertilizantes y que sin su aplicación los rendimientos son muy bajos. Los datos de rendimientos del **Cuadro 5.4.7** parecen corroborar su percepción. Hay otros aspectos que fueron poco mencionados y que tienen que ver con el **efecto del uso de fertilizantes sobre la incidencia de plagas y con la calidad de los maíces criollos** que cultivan. Perciben que con el uso de fertilizantes el cultivo en parcelas se ven más afectados por plagas y que el grano de maíz se apolilla más fácilmente (“ya no dura” dicen ellos). Esta misma percepción fue encontrada en un estudio anterior en la CINSJP, una comunidad purépecha similar con agricultura tradicional (Pulido y Bocco, 2003a, 2003b). Todavía más allá, hablando de calidad del maíz, dicen las mujeres de la comunidad, “cuando se hacen tortillas con maíz fertilizado la masa se hace como chicle” lo cual para ellas significa menor calidad. Esta observación coincide con algunos reportes técnicos que señalan que los maíces mejorados tienden a producir masa de menor calidad para la elaboración de tortillas (Vázquez et al., 2003).

La percepción de los adultos sobre **los impactos de la DT** es bastante amplia e integrada como fue mostrado en el **Cuadro 5.3.15**. Esta percepción se puede interpretar en dos dimensiones y tres niveles: a) la **dimensión biofísica**, y su **nivel ambiental**, y b) la dimensión socioeconómica, diferenciada en el **nivel de comunidad** y en el **nivel familiar** (ver **Cuadro 6.2**) En la **Figura 6.4**, se esquematiza esta percepción, donde en cada uno de los niveles se indican diversos impactos los cuales a su vez están marcados con sus respectivas tendencias al incremento (↑) o al decremento (↓). Es evidente que para los adultos en esta comunidad la **deforestación es la causa directa más importante de la DT**. La integralidad de esta percepción se muestra por la concatenación de los tres niveles (ecosistema o tierra, comunidad y familia). En la dimensión biofísica, el impacto se manifiesta sobre la base productiva y ambiental, es decir sobre la calidad del bosque y la biodiversidad, así como sobre las tierras agrícolas, sobre el ciclo hidrológico y sobre el clima local.

Cuadro 6.2. Síntesis de la percepción local de la DT por **adultos** en Comachuén con base en el esquema DPSIR.

Causa (Subyacente)	Presión (Causa directa)	Estado	Impacto	Respuesta
-----TIERRAS AGRÍCOLAS-----				
MAL MANEJO DE LA TIERRA Uso de fertilizantes “químicos” Falta de cuidado de la tierra Siembra de año con año sin descanso	Deslave de la tierra – Arrastre de la tierra por la creciente (<i>yorhék’ua</i>) Arrastre por viento	La mayoría de las tierras degradadas y algunas en estado regular INDICADORES Rendimiento de cultivos Necesidad de fertilizantes Consistencia del suelo/tierra Color del suelo/tierra OTROS INDICADORES Ubican las tierras buenas y corrientes en ciertos parajes. Posición en la pendiente: buenas en parte planas o menos inclinadas y corrientes en laderas	Las tierras se hacen corrientes y producen menos FERTILIZANTES Son buenos al principio pero después las tierras “se acostumbran” Le quitan la fuerza a la tierra Propician más plagas Afecta calidad de maíz: El maíz se apolilla más fácil y la masa más pegajosa	Descanso de la tierra Abandono de la tierra (enjarado) Buscar otros empleos – emigrar “Adaptarse”
-----TIERRAS DE MONTE / BOSQUE-----				
Organización deficiente de la comunidad	Deforestación	Mayoría de las tierras (monte) degradadas y algunas todavía buenas	Al nivel de paisaje o ecosistemas 1. Hay menos madera, fauna y plantas medicinales 2. Hace más calor 3. Las tierras se deslavan, las crecientes ya no se detienen 4. Hay menos humedad y se reseca la tierra, el viento ya no se detiene 5. Se infiltra menos agua, llueve menos	Pocos cuidan su monte Algunos no saben cómo se encuentran las tierras de monte
			Al nivel de la comunidad 1. Las tierras producen menos 2. Menos trabajo, al haber menos madera 4. Se escasea el agua potable (manantiales) 7. Aumentan los costos de producción de cultivos 8. Conflictos internos por la tala de árboles	3. Las tierras se abandonan por improductivas 5. Maíz solo para abasto familiar, no para venta 6. Hay migración por falta de trabajo Hay, y ha habido, programas de

					conservación de la tierra: 1. Zanjas en laderas 2. Reforestación 3. Procampo para maíz Pero no son continuos ni es para todos.
				Al nivel familiar 1. Menos maíz, debido a menos producción 2. Menos dinero debido a menos trabajo y cosecha 4. Afecta en salud y alimentación 5. Escasez de leña para el hogar	3. Necesario comprar o acarrear el agua

En el **nivel comunidad** se percibe una disminución en la producción total de cultivos y en la disponibilidad de empleos locales. También se percibe menor cantidad de agua proveniente de los manantiales para el consumo humano. Pero también a este nivel se perciben otros aspectos importantes como son el gradual abandono de tierras por ser improductivas (las cuales cambian su cobertura, de cultivos agrícolas a vegetación secundaria) y la migración en búsqueda de fuentes de empleo. Adicionalmente, debido a la disminución de la calidad de las tierras para la producción de cultivos, los costos de producción se elevan, principalmente por el incremento de los costos de fertilizantes químicos, los cuales a su vez se requieren en mayores cantidades. También los productores mencionan que ante la menor producción de maíz, y por la baja o nula rentabilidad de este cultivo, la producción de este cereal se destina básicamente para el autoconsumo.

En la dimensión socioeconómica, se aprecian dos niveles, el nivel comunidad y el nivel familiar. En ambos casos hay impactos de la DT sobre la base productiva y ambiental. En el **nivel familiar**, ellos perciben que hay menor disponibilidad de maíz para el autoconsumo así como menores ingresos para el sustento diario. También mencionan que hay un impacto negativo sobre la salud humana y la calidad de la alimentación. Otros aspectos importantes que mencionan son la menor disponibilidad de agua y leña para el consumo en los hogares.

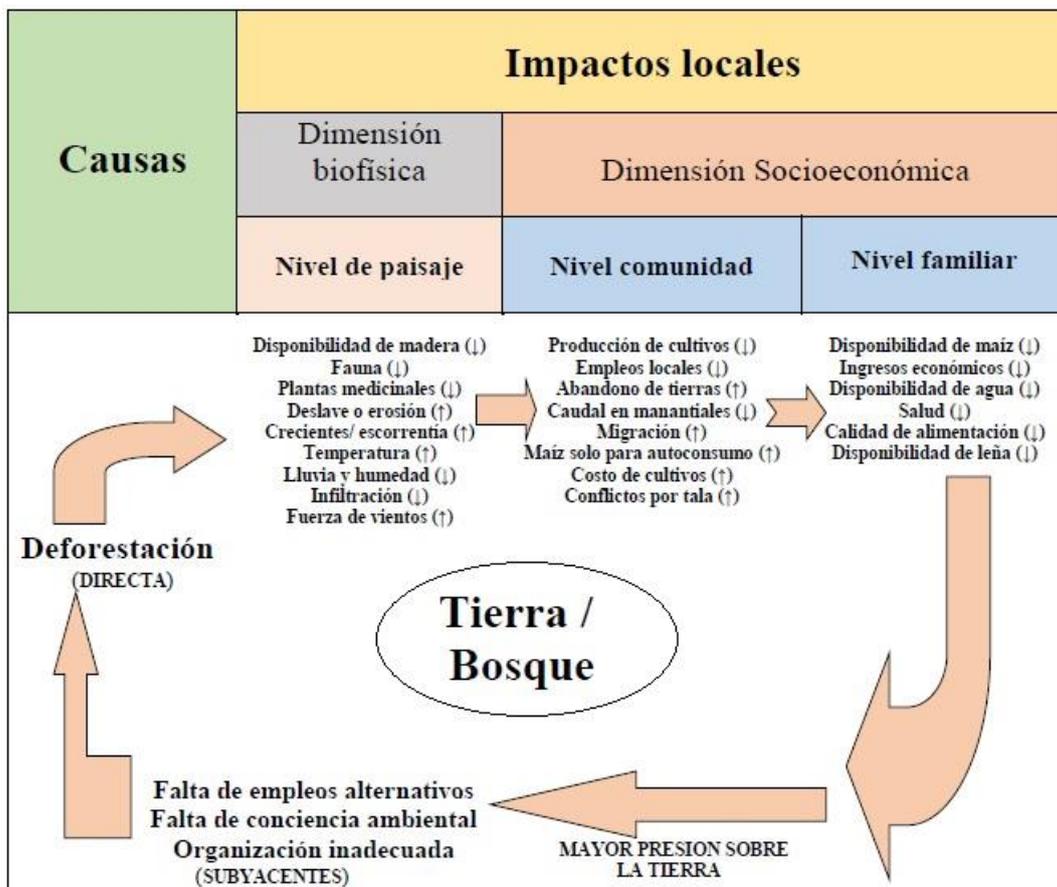


Figura 6.4. Resumen de las causas subyacentes y los impactos locales de la DT derivados de la deforestación a distintos niveles de acuerdo a la percepción de los adultos en la comunidad de Comachuén, Michoacán. (Fuente: Elaboración propia).

Nota. Las flechas indican tendencia a incrementar (↑) o a disminuir (↓).

Analizando las relaciones causa/efecto, se puede apreciar que estas se vuelven un **círculo vicioso de DT/escasez de recursos**. Si a esto agregamos el factor demográfico, esto es el crecimiento poblacional, el cual no mencionan como factor preponderante pero que está presente de manera ineludible (ver **Cuadro 4.2.1** y **5.4.10**), entonces las relaciones se vuelven más complejas. A este respecto consideramos **muy importante incluir el factor demográfico en cualquier análisis o plan de acción frente a la DT**.

La comunidad se abastece, hasta hoy día⁹⁷, de agua que brota de manantiales, principalmente del cerro La Bandera, en su porción noroeste. En particular sobre el impacto de la DT en la cantidad de agua de los manantiales, la percepción mayoritaria de los agricultores es que su caudal ha disminuido por causa de la deforestación (**Cuadro**

⁹⁷ En 2009 se inició la perforación de un pozo de agua potable para abastecer de agua potable al nivel domiciliario. La perforación concluyó en 2010, pero a marzo de 2011 aún no se había puesto en marcha su funcionamiento. El pozo se ubica en el lado suroeste de la comunidad, a aproximadamente 1.5 km sobre el antiguo camino de arriería hacia la comunidad de Turícuaro.

5.3.16), e incluso que algunos manantiales ya han desaparecido. No obstante hay discrepancias ya que una parte de ellos percibe que no ha habido muchos cambios e incluso que el problema de menor disponibilidad de agua al nivel de los hogares se debe más al crecimiento poblacional ya que este a su vez ha incrementado la demanda del vital líquido.

Por otro lado, los agricultores no refieren algún impacto de la DT/deforestación sobre la disponibilidad de forrajes para los animales de trabajo y ganado. Parece ser que hay suficiente forraje o pastos naturales para abastecer al ganado. Esta es una ventaja derivada del clima (lluvioso y templado/semifrío) y la capacidad de retención de humedad del suelo, la cual posibilita que en todo el año haya hierba verde en el monte (bosque). Por lo anterior, **el bosque puede ser considerado como un tesoro natural** para la comunidad.

La percepción de los adultos sobre acciones concretas (programas oficiales y no oficiales) que hayan sido desarrolladas en la comunidad para contrarrestar la DT, es que “sí ha habido programas” pero señalan que en ellos no se ha involucrado a toda la comunidad ya que es “para unos cuantos”, y que además no siempre se aplican bien, es decir los recursos no se destinan para el objetivo de impulsar prácticas de conservación/restauración. Algunos productores mencionan que en ocasiones se prometen acciones y no se cumplen, pero sobre todo que **la comunidad no ha podido organizarse para llevar a cabo programas efectivos de restauración del bosque**. Algunos otros, los menos, desconocen si ha habido programas de ese tipo lo cual demuestra su poco interés en el tema.

En este sentido hay algunos aspectos que cabe analizar. Por un lado existen programas o acciones derivados de las políticas públicas que al parecer no son suficientes para involucrar a toda la comunidad. Los escasos programas (reforestación en algunos predios), se perciben como banderas políticas del partido en turno en la comunidad. Sin embargo, es importante el hecho de que reconozcan que la comunidad en su conjunto no ha sido capaz de organizarse para desarrollar planes en torno al aprovechamiento forestal. Otra parte del problema es la responsabilidad de la sociedad en general, y de las instancias de gobierno estatales, ya que la forma de aplicación y el seguimiento de los programas oficiales influyen de manera importante en la efectividad de los mismos.

6.4 ¿Qué aspectos socioeconómicos y culturales están relacionados con la DT desde la percepción local?

En este apartado se discuten brevemente la problemática socioeconómica y cultural de la comunidad que tiene relación con al DT de acuerdo a la percepción local.

6.3.2. Percepción de los jóvenes

Los jóvenes perciben claramente que el problema principal en su comunidad es la **falta de empleos** a partir de lo cual se derivan otros problemas de tipo socioeconómico. Perciben también las adicciones (al alcohol, tabaco y drogas) como un problema importante y que les preocupa. Un poco menos importantes son las pocas posibilidades de realizar estudios debido a la falta de interés de ellos mismos y a la falta de recursos económicos suficientes. Hay que señalar que para ellos es menester que salgan de la comunidad para seguir estudiando el nivel bachillerato y el superior. Hay opciones en las poblaciones más grandes como Cherán, Paracho y actualmente Pichátaro (con la Universidad Intercultural Indígena, UIIM), pero no siempre son su prioridad o no siempre tienen cupo para todos. Sin embargo es loable saber que la mayoría percibe la necesidad de continuar sus estudios porque consideran que es algo benéfico para la comunidad y al nivel personal. También es importante recalcar que existe concordancia en la percepción de los jóvenes sobre la causa (indirecta) principal de la deforestación, y en este caso el principal problema de la comunidad, que es la falta de empleos locales. Sin duda es un asunto que debe ser prioridad en cualquier plan de acción para el combate a la DT.

La percepción de los jóvenes sobre la organización interna de la comunidad es un tanto contrastante. Una parte considera que “no hay organización” lo cual se interpreta como un mal funcionamiento de ella, en tanto que otra parte considera que así como está, funciona adecuadamente. No obstante, no muestran algún interés por participar en la conformación de una adecuada organización que pudiera contribuir a la toma de decisiones para contrarrestar los diversos problemas a que se enfrentan. Esto es un problema de actitud. Desde nuestro análisis, están esperando a que “los adultos tomen las decisiones” o que “venga alguien de fuera” para que tome la iniciativa. Me parece que es un aspecto de tipo sociocultural que tiene que ver con la relativa pasividad que muestran

ante problemas que aparentemente no les concierne de manera directa, o que no es una “causa común” al menos por el momento.

La posesión individual, o mejor dicho el usufructo particular, de la tierra, aún en el marco de un régimen agrario de tipo comunal, implica que los “dueños” o poseedores puedan hacer uso de ella y aprovechar sus productos, ya sea cultivos, forrajes y pastos o madera de los árboles. Incluso se permite la venta de parcelas mediante acuerdos internos, con documento avalado por la autoridad local o representante de bienes comunales, pero no deja de ser un bien común estrictamente hablando. El contar con parcelas o potreros⁹⁸ es una cuestión básica para los comuneros, jóvenes y adultos, ya que eso les permite asegurar al menos el cultivo básico para el sustento familiar y de sus animales de trabajo, en este caso el maíz. Con los datos arrojados por las entrevistas se puede decir que la mayoría de los jóvenes no posee con tierra, y ellos, al igual que cualquier persona, requieren de insertarse en actividades productivas con ingresos económicos para sufragar gastos de manutención, o para costear sus estudios y en algunos casos, cuando ya están casados, para sostener a sus familias. Cuando no tienen parcelas entonces se ven en la necesidad de recurrir a otras fuentes de ingreso, dentro o fuera de la comunidad. Otra implicación de la no posesión de tierra de la mayoría de los jóvenes es que legalmente no tienen acceso a los recursos forestales ya que la mayor parte está dividida en potreros, a menos que estos les sean “heredados” o “vendidos”⁹⁹.

Por otra parte, la mayoría de los entrevistados manifestó haber salido de la comunidad al menos por un período, ya fuera para continuar su formación académica o en busca de mejores empleos. Aquí se refiere básicamente a la emigración temporal. Los motivos más comunes por las que han tenido que salir son la necesidad de estudiar, principalmente los niveles medio superior y superior. El otro motivo frecuente es la necesidad de empleo¹⁰⁰. De acuerdo a sus testimonios, la experiencia de estar en otro lugar fuera de su comunidad les trae beneficios que se traducen principalmente en la valoración de su cultura y sus

⁹⁸ Según información de comuneros de Comachuén, en esta comunidad el término potrero alude a aquella superficie de tierra que por tradición se reconoce es para el usufructo de alguna persona en específico, con derechos de ser heredada, con reconocimiento dentro de la comunidad, pero que legalmente sigue siendo propiedad comunal. Normalmente se trata de tierras forestales o de agostadero. (Fuente: Información de comuneros).

⁹⁹ Se hereda o vende el derecho al usufructo, no la propiedad de la tierra, ya que se trata de un régimen comunal.

¹⁰⁰ Cuando salen a otra comunidad, ya sea por seguir estudiando o por buscar un empleo, logran aprender mejor el español –sus bases las obtienen en la educación básica, aunque el nivel no es muy bueno.

recursos naturales, así como en reconocer que hay más opciones de trabajo aparte del aprovechamiento del bosque, y también les permite aprender a ejercer su vida de manera independiente.

El contacto con otras comunidades, más específicamente con poblaciones mestizas o del extranjero, es un aspecto que puede influir en dos sentidos. Por una parte puede representar la oportunidad de aprender el español de manera más completa y de esa manera pueden interactuar con el resto de la sociedad de manera más abierta. Además el poder conocer otros lugares y costumbres permite comparar con y valorar su cultura tradicional. Pero por otra parte también puede fomentar la aculturación ya que en ocasiones los jóvenes se ven inmersos en costumbres totalmente diferentes o contrarias a las de su comunidad; por ejemplo, diferentes modos de vestir, de alimentarse, de trabajar, y diferentes tipos de música, que en ocasiones chocan con las costumbres de la comunidad. Debido a ello en ocasiones algunos jóvenes empiezan a rechazar su lengua y sus costumbres porque las considera “inferiores” y “poco desarrolladas”. Algunos otros visten al estilo de las bandas o pandillas de los barrios de latinos de los EUA, es decir lo que en México se conoce como vestimenta de “cholos”, y esto es mal visto y reprobado en el contexto de la comunidad principalmente por aquellas personas que no han salido de la comunidad, o que simplemente están conscientes de la diferencias de culturas. Otro aspecto mencionado es que en ocasiones la gente “se acostumbra” a no trabajar, lo cual se debe a que han aprendido a trabajar “al estilo norteamericano”, es decir a realizar las actividades con el menor esfuerzo posible, casi siempre utilizando máquinas.

Los jóvenes entrevistados manifiestan en su mayoría estar conscientes de que **su cultura es muy importante** y que deben valorarla y conservarla, pero perciben que la tendencia actual es a su pérdida debido a que muchos jóvenes que salen de la comunidad reniegan de ella y no quieren darle continuidad.

Asimismo, los jóvenes están conscientes de que **hay diferencias en la forma de pensar de ellos y los viejos o adultos**. En su mayoría piensan que **los viejos son más cuidadosos con su cultura y con los recursos naturales** y que los jóvenes han perdido el respeto a la sabiduría de los viejos. Aquí se está valorando los conocimientos tradicionales acumulados en generaciones anteriores así como durante la vida de las personas mayores. Indican que esto se debe a que cada generación le ha tocado vivir diferentes experiencias.

Una parte de los jóvenes piensa que ellos, los jóvenes, son más receptivos a las innovaciones y que los viejos en muchos casos se “han estancado” o no quieren cambiar. Aquí parece importante fomentar un diálogo entre las generaciones para encontrar las coincidencias y complementariedades más que la supremacía de las percepciones y conocimientos de una generación sobre otra, en este caso agrupadas en jóvenes y viejos o mayores.

Un poco más de la mitad de los jóvenes manifestó que **en el futuro desearía realizar acciones positivas en torno a la conservación de sus recursos naturales y de su cultura**, y otros más desearían prepararse académicamente, y algunos más simplemente continuar con la tradición de reproducción familiar. Sin embargo, aunque hay una preocupación e interés por los aspectos ambientales, los jóvenes no manifiestan la intención de tomar acciones ya, es decir no les es algo prioritario para estos tiempos. En casi todas las respuestas sobre lo que desean que mejore de su comunidad los jóvenes denotan deseos propositivos que puedan contribuir a una reversión de las condiciones actuales de degradación del bosque y de las tierras agrícolas así como al mejoramiento de la organización y la falta de empleos. Apuestan también por el mejoramiento de los servicios de su comunidad y el nivel de la educación, así como por la conservación de su cultura.

6.3.2. Percepción de los adultos

Las percepciones de los adultos y de los jóvenes sobre el problema socioeconómico principal en la comunidad **coinciden en señalar que es la falta de empleos**. Esta misma se menciona como una causa indirecta importante de la deforestación.

Con respecto a conflictos agrarios, la mayoría de las respuestas denota un conocimiento sobre el **conflicto por linderos con la comunidad de Tingambato**, pero no parece existir una amplia información o interés al respecto. Pareciera que lo perciben como un problema ajeno o que no les afecta directamente. La superficie que está en litigio es relativamente amplia, de acuerdo a la información contenida en Red-IINPIM (2008). A pesar de esto algunos entrevistados manifestaron que no existen problemas agrarios con otras comunidades, lo cual puede interpretarse como una falta de interés de lo que ello representa. Esto puede deberse a la visión de que, bajo el régimen comunal, el “monte es

de todos”, pero a la vez no pueden disponer de la tierra libremente, ni de sus productos, como la madera (que por lo mismo algunos la tienen que “robar”), lo cual es una aparente contradicción. Es importante destacar que si bien la tierra es de régimen comunal, es decir para uso o beneficio de todos, en la realidad no todos tienen acceso a ella. Para ello tendrían que “comprar” la tierra, lo cual se asemeja a la propiedad privada, o al ejido después de los cambios al Art. 123 constitucional

Un problema ambiental es la **generación y disposición de basura**, lo cual no representa una preocupación generalizada en la comunidad. Efectivamente no existen sitios de disposición adecuada de la basura, particularmente de los plásticos, no así el aserrín el cual se tira o se quema en los sitios utilizados como tiraderos a cielo abierto, regularmente en donde inician las barrancas cerca de la comunidad. Anteriormente también se tiraba estiércol y tierra. Ahora ya se tira en menor cantidad ya que se ha iniciado, desde unos tres años, por iniciativa de algunos productores y por acompañamiento de proyectos con enfoque agroecológico, a elaborar abonos orgánicos a base de estiércol de res. En éste último año (2010) también se ha iniciado con la recolección (separación) de envases desechables de PET, como parte de un proyecto ambiental municipal.

En cuanto a la función de las autoridades, la mayor parte de los adultos percibe que no existen problemas con el funcionamiento de las autoridades y que solo hay algunos problemas cuando se multa a las personas que son sorprendidas talando árboles. Sin embargo como han señalado tanto jóvenes como adultos, la deforestación es un problema muy fuerte que no se ha detenido con la aplicación de multas, pero no muestran mucho interés por resolverlo. Este es otro aspecto cultural que merece una reflexión y propuestas de alternativas más profundas.

6.4. Integración de la percepción local sobre la DT

6.4.1. Identificación de causas, procesos, indicadores e impactos de la DT desde la percepción local

Para facilitar la interpretación de la percepción local de la DT, y con base en la información de las entrevistas, se elaboró una síntesis de las causas, procesos, indicadores e impactos de la DT percibidos por los actores locales. Aquí se incluyen ambas percepciones, de jóvenes y de adultos, a menos que se indique otra cosa.

Los **procesos de degradación** (causas directas de la DT) que se identificaron son:

- (1) “Deforestación”. En realidad se trata de degradación forestal, ya que cortan los árboles y permiten la regeneración natural o la reforestación. Esta actividad se realiza de manera “ilegal” o “clandestina”. De acuerdo a los entrevistados es un problema muy difícil de resolver, ya que por un lado la actividad forestal en la comunidad es el principal empleo y por otro la gente que tala no respeta las normas ni a las autoridades locales.
- (2) *Deslave* de la tierra. Corresponde a la erosión hídrica. Es el otro proceso que ha degradado las tierras, particularmente las de uso agrícola. Este proceso implica, además de la erosión, la lixiviación de nutrientes y la pérdida gradual de la fertilidad por el uso continuo sin aplicación de abonos orgánicos.

Las **causas (subyacentes) de la degradación de tierras de monte** (bosque) mencionadas más frecuentemente incluyen:

- (1) Escasez de empleos locales. Esta es la principal causa que perciben los jóvenes. Debido a que no existen otras fuentes de empleo en la comunidad, los jóvenes y adultos que “no tienen otro trabajo” recurren a la tala “clandestina”, incluso aquellos que regresan al pueblo después de algún tiempo de trabajar como emigrados, cuando el dinero se les agota, recurren a la tala habitual.

- (2) Falta de conciencia ambiental. Es la segunda causa de la deforestación. Refieren que los taladores “tienen poca conciencia del daño” y que en el futuro habrá mucho menos árboles.

Por su parte, las **causas de la degradación de tierras de uso agrícola** que los adultos y jóvenes mencionan incluyen:

- (1) Arrastre o arrase de la tierra por la creciente. Es la principal causa del *deslave* de tierras que perciben los agricultores adultos. Está estrechamente relacionada al hecho de que la mayor parte de las tierras se encuentra en laderas.
- (2) Uso de fertilizantes “químicos”. Es la segunda causa que perciben los adultos (y la primera por los jóvenes) y además mencionan que “las tierras se acostumbran al fertilizante y cada vez se necesita aplicar más”, y además cada vez son más caros.
- (3) Manejo inadecuado de la tierra. Es otra de las causas que indican los jóvenes. También refieren que debido a la mayor presión de la población sobre la tierra, muchas de las parcelas han sido utilizadas “año con año”, por lo que las tierras “se cansan”.
- (4) Viento más fuerte por falta de árboles. Los vientos son ahora más fuertes debido a que no hay suficientes árboles que la detengan. Esto hace que cuando las tierras están secas (superficialmente) y se encuentran en barbecho¹⁰¹ el suelo es arrastrado por los remolinos (erosión eólica). El viento más fuerte también se lleva la humedad de las tierras y las reseca.
- (5) Por el tiempo de uso. También perciben que las tierras “ya están muy gastadas” o “cansadas” porque han sido utilizadas por mucho tiempo con el mismo propósito, producción de maíz y avena principalmente, y porque “ya no se les agrega estiércol de res como antes”.

¹⁰¹ En la región purépecha barbecho significa la labranza de preparación de la tierra, no el descanso con vegetación secundaria (*fallow* en la lengua inglesa) como se conoce en otras regiones, principalmente Centro y Suramérica.

Cuadro 6.3. Resumen de la percepción local de **jóvenes y adultos** sobre los principales procesos, causas, indicadores e impactos de la DT en la comunidad de Comachuén.

Procesos	Causas	Indicadores (cualitativos)	Impactos asociados a los procesos de la DT
“Deforestación”	Falta de empleos	Cantidad de árboles	Disminución de madera
	Falta de “conciencia ambiental”		Disminución de empleos relacionados con la madera
			Deterioro de ecosistemas Incremento de temperatura y disminución de lluvias Incremento del viento y pérdida de humedad de la tierra Menos agua en manantiales
<i>Deslave</i> o empobrecimiento de la tierra* (proceso integral)	Arrastre de la tierra en laderas (proceso físico o erosión)	Rendimiento de cosechas (maíz y avena)	Disminución de rendimientos de maíz y avena
	Uso de químicos	Requerimiento de fertilizantes	Incremento de costos de producción
	Manejo inadecuado de la tierra Tiempo de uso agrícola (“sin descanso”)		Menos maíz y dinero al nivel familiar Empeora calidad de vida, “abandono” de tierras, aumenta emigración y drogadicción

*El deslave de tierras es un proceso dependiente de la deforestación, pero para propósitos de análisis se considera como independiente.

Los **indicadores** más frecuentes que los jóvenes y adultos mencionaron incluyen:

- (1) Cantidad de árboles en tierras de monte (cualitativo). Frecuentemente las personas se mencionaron que “ya no hay árboles porque se han talado”.
- (2) Rendimiento de cultivos (cualitativo). Es el principal indicador que las personas utilizan para referirse a la disminución de la calidad de la tierra agrícola, que pasa de *tierra buena* a *tierra corriente* o *deslavada*. Se refieren también a que ya están muy “cansadas”.

- (3) Requerimiento de fertilizante (cualitativo). Es el segundo indicador utilizado y simplemente se refieren a que “las *tierras corrientes* necesitan mucho fertilizante para dar buena cosecha, y las *tierras buenas* no tanto”.

Con el propósito de integrar la información recabada sobre ambas visiones, en el **Cuadro 6.3** se presenta un resumen, de la percepción local de jóvenes y adultos sobre los principales procesos e indicadores de la DT en la comunidad.

6.4.2. Análisis integrado de la percepción local (jóvenes y adultos) sobre la DT con base en el esquema DPSIR

Desde la percepción local, por jóvenes y adultos, son dos los procesos de degradación de tierras los que están presentes en la comunidad: a) la **deforestación** y b) la **erosión** o deslave de tierras. Ambos están concatenados (el segundo depende del primero), pero para un análisis general se ubican como procesos independientes ya que actúan en diferentes niveles por su impacto. El primero es un **proceso continuo** tiene un impacto al nivel de toda la comunidad, y es del interés de todos, mientras que el segundo actúa y se percibe más al nivel de la actividad agrícola, como un **proceso intermitente** en la mayor parte de las tierras agrícolas. Aunque la erosión se presenta en tierras “deforestadas”, la percepción de su impacto es menor y pasa desapercibido porque esas tierras no muestran el impacto sobre el desarrollo de plantas, ya que los suelos son más o menos profundos y las especies forestales maderables, así como la vegetación secundaria, aparentemente dependen menos del contenido de materia orgánica de las capas superficiales del suelo, y además, pueblan de manera más o menos rápida la superficie del suelo. Debido a lo anterior, **la regeneración natural del bosque se da de manera abundante enmascarando parcialmente los efectos de la erosión.**

Con relación a las causas de la DT, éstas pueden ser divididas en dos grupos: (i) las que inciden sobre las tierras de uso forestal (monte) y; (ii) las que inciden sobre las tierras de uso agrícola. En el primer caso sobresalen la escasez de empleos y la falta de conciencia ambiental; en el segundo caso se mencionan el arrastre del suelo (erosión hídrica), el uso de fertilizantes químicos y el manejo inadecuado de la tierra (**Figura 6.5**).

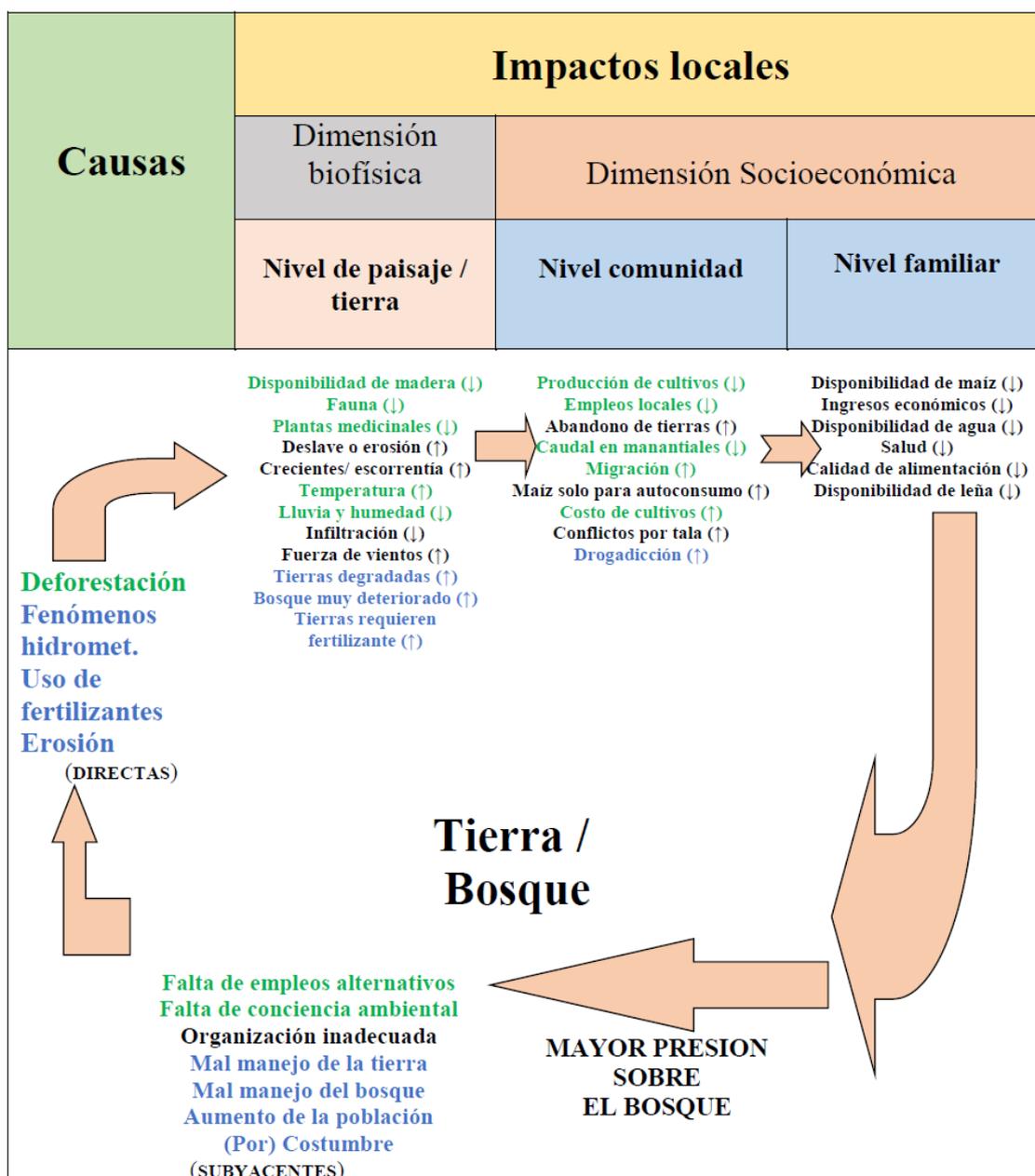


Figura 6.5. Integración de la percepción local (de adultos y jóvenes) sobre las causas e impactos de la DT a distintos niveles en Comachuén, Michoacán.

(Fuente: Elaboración propia)

Nota. Las flechas entre paréntesis indican tendencia al incremento (↑) o a la disminución (↓), de acuerdo a la percepción de los actores locales.

Claves:

- Percepción solo de adultos
- Percepción de jóvenes y adultos
- Percepción solo de jóvenes

En cuanto a la “falta de conciencia ambiental”, esta percepción no es congruente con lo que mencionan algunos de los llamados “talamontes” entrevistados (jóvenes y adultos), ya que en sus respuestas denotan que están plenamente conscientes del daño ambiental que están ocasionando en los bosques comunales pero dicen no tener otra alternativa para

obtener ingresos para su sostenimiento. Otros aspectos que influyen en esta situación son los siguientes: Primero, la idea concebida desde que nacen, de que “el monte es de todos” y a la vez de nadie, y por tanto **nadie se hace responsable de su conservación o restauración**. Aquí hay que aclarar que lo anterior aplica sobre todo en áreas que se reconocen como “bosque comunal”, para diferenciarlas de los bosques o predios que tienen “dueño”; el otro aspecto es que muchas de las personas, particularmente jóvenes, no cuentan con tierra, y las tierras con bosque no parecen ser suficientes, bajo la condición de deterioro actual, para abastecer de madera a la creciente población de la comunidad.

En cuanto a los indicadores de la DT que jóvenes y adultos perciben al nivel local, son tres los más importantes: la abundancia de árboles en el bosque, el rendimiento de cultivos, y el requerimiento de fertilizante de las tierras agrícolas para producir “buenas” cosechas. Estos indicadores son de tipo cualitativo, y se miden en términos comparativos entre el “antes” y el “ahora”. **La DT se vuelve un círculo vicioso de causa/efecto** y sus impactos se incrementan en forma espiral. Por ejemplo, perciben que la actividad forestal subsidia la compra de fertilizantes para la actividad agrícola, la cual es de subsistencia fundamentalmente, pero los fertilizantes son considerados como causa de la degradación de tierras agrícolas. Paradójicamente, como se esquematiza en la Figura 6.5, **la deforestación parece retroalimentar, de manera indirecta, la DT de las tierras agrícolas**.

Como se puede apreciar a partir de lo discutido hasta aquí, desde la percepción local los factores (o causas) que intervienen de manera prioritaria en la DT son la “**deforestación**” en las tierras de monte y el **manejo no adecuado de las tierras** de uso agrícola. Sin embargo, por encima de estos factores, se aprecia que es la **falta de una organización interna adecuada** y de iniciativas prácticas de los productores (la comunidad en su conjunto) es lo que parece estar limitando la planificación de acciones colectivas para revertir la DT.

Los conflictos entre comuneros por la deforestación (tala de árboles) son mencionados por ambos grupos, jóvenes y adultos, pero no de manera prioritaria, lo cual hace suponer que para ellos no representan mucho problema, aun cuando la actividad de tala es muy fuerte. Este es un **aspecto cultural**; la comunidad muestra gran tolerancia hacia ciertas actitudes de la misma gente dentro de la comunidad como el caso de la tala “clandestina”.

Toda la comunidad sabe quiénes realizan esa actividad, y aunque todos se quejan de ella y la consideran causa principal de la DT, en la práctica se le trata como una situación normal, inherente a las costumbres de la comunidad, y de hecho es una costumbre que se ha visto en muchas otras comunidades purépechas. La otra parte de la explicación de por qué se tolera la tala irregular es que es la extracción de madera del bosque es una actividad sustantiva para la sobrevivencia y en ella participa mucha gente de la comunidad, prácticamente todo aquel que quiere ya que se considera que “el monte es de todos”.¹⁰²

Otro ejemplo de la tolerancia de la comunidad se puede ver en la “cosecha” que realizan algunas personas en parcelas que no son suyas. Es una vieja costumbre en las comunidades el poder cortar algunos elotes (aplica también para quelites o pastura para los animales) para autoconsumo cuando se “va de paso” por la orilla de las parcelas de cultivo, y ello no representa mayor problema porque se considera un mecanismo de compartir un bien común, en este caso un producto de la tierra, el cual se considera sagrado por ser la base de la alimentación y la sobrevivencia¹⁰³. Incluso al nivel regional se expresa esta costumbre, aunque cada vez menos, cuando personas de una subregión van en grupos pequeños a otra para recolectar productos del campo (por ej. plantas de uso medicinal, orquídeas, raíces, etc.). El permiso se da de facto y no es necesario hacerlo verbalmente. El problema surge cuando se abusa en la cantidad de producto que se corta o se extrae de las tierras o del bosque. Y éste es el caso actualmente en Comachuén con respecto a la milpa. Hay personas que cortan elotes de parcelas ajenas, no en pequeñas cantidades, sino incluso para el consumo diario, lo que obviamente afecta a los dueños de las parcelas, máxime cuando lo hacen frecuentemente¹⁰⁴. En esos casos ya no se considera un compartimiento tradicional sino un franco robo, pero aun así el asunto puede quedar

¹⁰² Una diferencia con otras comunidades que han tenido fuertes problemas por la tala clandestina es que en Comachuén la tala ha sido realizada exclusivamente por gente de la misma comunidad, contrario al caso de Cherán donde han sido personas ajenas las que detonaron el conflicto reciente. Personas de otras comunidades participan en la cadena de aprovechamiento forestal a partir de la comercialización.

¹⁰³ Detrás de la percepción sacra de los alimentos, como es el caso del maíz, está la percepción del derecho a la vida de todos los seres, particularmente los humanos. Este es un principio de dentro de la cosmovisión de la cultura purépecha y posiblemente de muchos grupos indígenas.

¹⁰⁴ Una cualidad de los purépechas, que en el contexto actual puede ser una debilidad, es la hospitalidad, que se expresa en costumbres como el hecho de dar obsequios o alimentos a todo visitante. Al interior de las comunidades también ha existido la costumbre de permitir el corte de frutos o elotes dentro de las parcelas, siempre que sea de manera esporádica y para autoconsumo. Los productores adultos mencionan que “cuando era menos gente”, el corte “de paso” no era problema, pero ahora que hay más personas y muchas de ellas no tienen parcelas, y la cantidad que cortan es mucho mayor. Dicen que en algunos casos “a algunas personas simplemente no les gusta trabajar”, particularmente “cuando han salido fuera de la comunidad y se han acostumbrado a otras formas de trabajar”.

en un reclamo pero no en una denuncia que tenga consecuencias para el que infringe las buenas costumbres. En el caso de la deforestación también hay esa tolerancia, y la costumbre de compartir un bien común es parte de la explicación de por qué no se hace gran cosa por detener el abuso en tala, actividad que ellos llaman “tala clandestina” y que en este estudio preferimos llamar “hurto tolerado”.

A manera de reflexión, podemos comentar que ciertas costumbres, como esta del “hurto tolerado” se vuelven como una debilidad cuando pasa del nivel de compartición de los frutos de la cosecha a un nivel de “robo descarado” en el que se pierde el respeto a los dueños de la milpa, y esto mismo pasa con los productos del bosque, principalmente de la madera. Y es que desde muy jóvenes, como ya se mencionó, los comuneros aprenden que de alguna manera “las tierras son de todos” y ante la falta de acciones colectivas en torno al cuidado del bosque no se aprende una corresponsabilidad y posiblemente eso influya en el comportamiento de muchas personas con respecto a la comunidad y sus recursos.

6.5 ¿Cómo se valora la DT desde la perspectiva técnica?

Para abordar el tema de valoración de la DT en esta comunidad, es conveniente hablar primero de las condiciones ambientales que limitan o permiten la producción agrícola y la forestal. Después de ello hablamos de la diversidad y calidad de los suelos.

6.5.1. Condiciones ambientales para la producción agrícola y forestal

Debido a las condiciones de altitud, al clima y los tipos de suelo, la vegetación natural es de bosque de pino encino, y en contados sitios con mayor humedad, bosque de oyamel, que por su baja extensión no resulta cartografiable. En las cimas de las montañas (caso del cerro La Virgen) donde el clima es semifrío, con altitudes >3100 msnm y suelos rocosos, predomina la vegetación de pastos de altura (“zacatón”, “pajonal” o *surhúmut'a* en purépecha)¹⁰⁵. Los usos del suelo, agrícola, forestal y pecuario, conforman un mosaico complejo en el paisaje. Aunque el uso más apropiado es el forestal, pero por razones de

¹⁰⁵ La especie dominante es *Mulhenbregia macrourea*, la cual tradicionalmente se utilizaba para elaborar escobas. También crece en manchones en diversas altitudes dentro de las tierras de la comunidad.

sobrevivencia gran parte de las tierras son, o han sido, utilizadas para cultivos agrícolas. Sin embargo, dada las características de los suelos y pendientes (moderadas a fuertes) de la mayor parte de las tierras, la susceptibilidad a la erosión (o erosión potencial) es alta. Esto coincide con la percepción de los agricultores de que la causa principal de la DT en estas tierras es el *deslave* (erosión hídrica).

De los tipos de vegetación el bosque de pino-encino es el más representativo. Los suelos de la comunidad son en su gran mayoría de origen volcánico. Son generalmente profundos y con buena capacidad de retención de humedad de tal manera que prácticamente todo el año tienen humedad en su perfil (a 15 cm o más de profundidad). Los suelos de bosque, en este caso de pino-encino predominantemente, presentan una capa de mantillo (horizonte O) en diferentes grados de descomposición y de diferente espesor dependiendo del tipo y edad de la cobertura vegetal. El horizonte O propicia la formación de un horizonte Ah de espesor variable y dependiente del horizonte O sobreyacente. Este proceso edáfico de acumulación de materia orgánica puede tardar muchos años, décadas o siglos. Sin embargo cuando el bosque es removido para propósitos agrícolas, el horizonte O desaparece rápidamente (1 o 2 años), mientras que el horizonte Ah (el cual pasa a ser Ap cuando hay labranza del suelo) pierde gradualmente su materia orgánica¹⁰⁶ (se estima que de 3 a 5 décadas) dependiendo del manejo y algunas condiciones de sitio, particularmente la pendiente. De cualquier manera, por ser profundos ya fáciles de trabajar, los suelos de la comunidad tienen **características y propiedades adecuadas** para los usos que actualmente tienen, es decir; maíz, avena, frutales caducifolios. Sin embargo es crucial que se restituya la **materia orgánica** del suelo, además de algunos nutrientes en específico, a fin de que el uso agrícola sea sostenible.

¹⁰⁶ Es sabido que los Andisoles fijan mucho carbono orgánico (CO), principal componente de la MO, en el proceso de andolización, mismo que es liberado a la atmósfera en los procesos de DT, particularmente por erosión hídrica (ver por ej. Arbelo *et al.*, 2003).

6.5.2. Diversidad y calidad de los suelos

En cuanto a los suelos, debido a las condiciones de relieve y altitud, clima, y el tipo de material geológico, los perfiles de suelo son diversos, con variaciones en color, MO, textura, y secuencia de horizontes, entre otras cosas. Aunque aparentemente los suelos dentro de parcelas son semejantes, en poca distancia la morfología suele ser muy diferente¹⁰⁷. Particularmente se ha observado una gran variación en la textura, siendo más gruesa en las partes más altas dentro de los predios o parcelas. La textura influye fuertemente en la disponibilidad de humedad del suelo¹⁰⁸. Estos aspectos justifican la necesidad de estudiar los perfiles de suelos, ya que al observar sus capas superiores e inferiores, se puede inferir su comportamiento y potencial, y así poder buscar la mejor alternativa de uso. **La observación del subsuelo es una diferencia del enfoque técnico con respecto al conocimiento local de tierras**, ya que esta última se basa por lo regular solamente en el comportamiento y las características organolépticas superficiales. Sin embargo la mayoría de los suelos de la comunidad comparten algunas características similares, tales como buena profundidad (1 m o más), pH ácidos, alta permeabilidad, baja densidad aparente, fácil laboreo, y alta capacidad de retención de humedad.

En cuanto al contenido de MO y a la acidez del suelo (pH), se observó que la primera está directamente relacionada con la cobertura y el uso de las tierras. La cobertura de bosque permite mantener el mantillo (horizonte O) de diferentes espesores, así como un horizonte A rico en MO humificada. Algunos de los perfiles, los que mostraron suelos enterrados, presentaron capas más ricas en MO que las capas sobreyacentes, correspondientes a esos suelos enterrados. La diferencia entre tierras de bosque y las de uso agrícola en cuanto al contenido de MO es muy amplia, representando un gran impacto posible sobre la cantidad de carbono fijado y sobre la cantidad de agua de lluvia que se infiltra. Por otra parte, los datos de pH permiten valorar la acidez de los suelos; en este caso **las capas superficiales mostraron una tendencia a ser más ácidas**, local sugiere una relación entre grado de

¹⁰⁷ Esto ha sido observado en sitios como el 5 y el 10, y el predio *terúzikurini* (no descrito) donde en la misma parcela a distancias entre 30 y 50 m lineales se han observado perfiles de suelo muy distintos

¹⁰⁸ En las tierras *arenosas* hay baja capacidad de retención de humedad. Por ejemplo, en 2009 se realizó una prueba de cultivo de haba en el paraje *Huéramani* (perfil 5), de textura gruesa) y el resultado fue que la planta nació muy bien y creció hasta unos 30 cm, y después se detuvo su crecimiento y la mayoría de las plantas murió debido a la falta de humedad.

intemperismo¹⁰⁹ de los materiales parentales, profundidad, contenido de MO humificada, y nivel de acidez.

En los suelos descritos dentro de las *tierras calientes* (<2600 msnm), se encontraron suelos enterrados (paleosuelos) a diferente profundidad, e incluso en algunos casos más de un paleosuelo en un perfil de suelo. Los paleosuelos tienen características distintas a los suelos superficiales, denotando diferentes materiales de origen así como posiblemente diferente clima y vegetación. La presencia de estos suelos antiguos puede ser parte de la explicación del por qué los suelos de esa área son más fértiles, o de calidad *buenas* como clasifican las tierras los agricultores. Con base en esas características existe un potencial importante en esa área ya que se podrían plantar árboles frutales, cuyas raíces podrían alcanzar las capas del subsuelo que se considera más fértil y con humedad durante todo el año. De igual manera podría prosperar la reforestación con especies maderables nativas, especialmente de pino y encino.

El concepto local de calidad del suelo, que reconoce *tierras buenas* y *tierras corrientes*, se fundamenta en diversos aspectos: exposición, altitud, temperatura y textura de capas de paleosuelos, y recepción/aporte de aluviones (posición en la pendiente). Pero el indicador más importante para clasificar las tierras en cuanto a su calidad es la producción del cultivo principal, en este caso el maíz.

El **manejo de la humedad** es sumamente importante. Dos aspectos son los que determinan la cantidad de humedad que guardan actualmente los suelos; a) la presencia de capas arcillosas en el perfil del suelo, y b) tipo de labranza del suelo. Si hay capas de arcilla en el perfil del suelo (caso de las tierras del paraje *Andárhukurani*, o perfiles 1, 3, 4, 5), hay mayor humedad en el perfil del suelo (ver Figura 6.4.5), precisamente dentro de las *tierras calientes* y donde la mayoría de los productores entrevistados ubican las *tierras buenas*, y donde se observaron paleosuelos de manera más evidente. Por otro lado, la humedad se ve afectada por el tipo y tiempo de labranza. Antiguamente refieren los agricultores que el “barbecho” (para arropar la humedad) se realizaba al término de la temporada de lluvias, es decir en el mes de octubre, pero actualmente muchos agricultores

¹⁰⁹ Intemperismo o meteorización. Geol. Fragmentación o degradación parcial o total de las rocas y los minerales en contacto con la atmósfera, la hidrosfera o la biosfera. (Real Academia Española url: <http://www.rae.es/recursos/diccionarios/desen>).

lo hacen en enero o febrero y así no se guarda la misma cantidad de humedad. Asimismo, el “barbecho” con tractor desmenuza más el suelo y por tanto se evapora más humedad. Para conservar la humedad del suelo adecuadamente los agricultores consideran que arar con yunta es más adecuado, además de hacerlo en tiempo (octubre o a más tardar en noviembre).

6.5.3. Las evidencias de erosión hídrica y eólica

En las tierras de ladera, es frecuente observar canalillos y cárcavas someras, como productos de micro-remoción en masa¹¹⁰, y que representan el síntoma más visible de la degradación por erosión hídrica. La alta permeabilidad de estos suelos da como resultado que la infiltración del agua de lluvia sea muy rápida y que ante lluvias moderadas la erosión sea muy baja. La consistencia suelta de la capa superficial de los suelos labrados (“barbechados”) y la alta infiltración propician la erosión laminar, la cual es poco perceptible por los agricultores. Sin embargo cuando la lluvia es muy fuerte (caso frecuente es esta región) y aunado a las fuertes pendientes y la falta de cobertura vegetal, ocurre la erosión en **cárcavas someras**, las cuales pueden tener hasta más de 20 m de ancho, con profundidades entre 1 y 1.5 m en su parte central. Además de la alta infiltración, otro factor que contribuye a que la erosión en cárcavas no sea tan grave es la capacidad de la tierra de generar cobertura vegetal de tipo herbáceo primero (hierbas y pastos), y posteriormente arbustos y árboles, a manera de etapas sucesionales, que protegen a la tierra de una erosión subsecuente. Finalmente los sedimentos productos de la erosión de las laderas gradualmente se van depositando aguas abajo, en el llano intermontano llamado “Plan de Arantepakua”.

6.5.4. La fertilidad/calidad de los suelos y los rendimientos de cultivo

Los suelos de Comachuén pueden ser considerados de **buena fertilidad natural** para el cultivo de semillas criollas de maíz, y de otras especies adaptadas a las condiciones de suelos volcánicos de clima templado. En este sentido es importante recalcar que los suelos dominantes de la comunidad de estudio son de tipo volcánico, y estos en su naturaleza

¹¹⁰ Estas cárcavas tienen pendientes suaves, a diferencia de las cárcavas en suelos no volcánicos donde sus pendientes son más verticales.

tienden a acumular grandes cantidades de carbono a través de la materia orgánica (Aguilera et al., 1997; Zagal y Córdoba, 2005) sobre todo bajo una cobertura vegetal de bosque de pino-encino (Acosta-Mireles et al., 2009; Galicia et al., 2016), por lo que la DT en estas áreas implica una gran pérdida de C de los ecosistemas forestales.

Sin embargo en esta comunidad actualmente los suelos muestran algunos **síntomas de degradación** que las hacen ser de menor potencialidad para la producción agrícola. El **contenido de MO es bajo** (en relación con los niveles recomendables) para fines agrícolas. Esto implica menor capacidad de abastecimiento de nutrientes, y de absorción y almacenamiento de agua en el perfil del suelo, entre otros efectos. La disminución de MO en los suelos ha sido producto principalmente de dos procesos; (1) la erosión hídrica o *deslave*, y (2) la falta de restitución de materiales orgánicos a las tierras de cultivo. Esta disminución representa la pérdida de un recurso edáfico muy valioso ya la MO es producto de la acumulación de largo tiempo, décadas o incluso varios siglos y por lo tanto debiera ser valorada en su justa medida. En última instancia esto significa la **pérdida gradual de la calidad del patrimonio agroecológico comunitario**, lo cual a su vez es parte del patrimonio cultural y biológico de la humanidad (Koohafkan y Altieri, 2010). Se puede hacer referencia que en la historia de la humanidad la pérdida de calidad del suelo, particularmente por erosión, ha sido factor de ocaso de civilizaciones antiguas (Montgomery, 2007).

Sin embargo, a pesar de que los suelos han perdido fertilidad, **los rendimientos de maíz son altos cuando se abonan o fertilizan adecuadamente**, lo cual puede deberse a que los suelos son de buena calidad por su origen (salvo por deficiencias de fósforo y magnesio) considerando variedades nativas de maíz, pero de **mediana calidad por su condición actual de bajo contenido de MO**. Como ya se ha mencionado, los valores de pH son ligeramente ácidos lo cual también es adecuado para las variedades nativas de maíz, además de que muestran adecuados niveles de calcio y potasio, así como de buen nivel de humedad en el perfil de suelo.

6.5.5. Incremento de la necesidad de fertilizantes

El uso inadecuado de fertilizantes puede conducir a efectos negativos debido a desbalances de nutrientes provocados por la adición de nutrientes externos y la extracción

de reservas del suelo sin la compensación correspondiente. La escasa adición de abonos orgánicos bajo el sistema tradicional que ellos practican actualmente y la continua remoción de nutrientes a través de las cosechas, y por procesos edáficos como la erosión, la lixiviación y la oxidación de materia orgánica, va empobreciendo al suelo de los nutrientes mayores. En las primeras décadas (1970s, 1980s y 1990s) los agricultores aplicaron sulfato de amonio, el cual contiene nitrógeno (además de azufre), pero en la última década (2000-2009) han tenido que aumentar la dosis de fertilizantes y han cambiado al uso de fosfato diamónico (18-46-00) es ahora el principal fertilizante utilizado debido a que han visto buenos resultados, y se aplica en la siembra. Este es más concentrado y completo pero también más caro y parte la materia prima para su elaboración son recursos no renovables (roca fosfórica). En la segunda escarda aplican sulfato de amonio (20.5-00-00) y la urea (45-00-00), los cuales aportan básicamente nitrógeno, son aplicados durante la segunda escarda. De acuerdo a un análisis de la situación nacional se prevé que los fertilizantes químicos sean cada vez más escasos y caros (FIRA, 2009). Desde la perspectiva técnica, se entiende que la adición de nitrógeno fuerza a la planta a absorber otros nutrientes como fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, etc., y como éstos no son aplicados en los fertilizantes (salvo el fósforo en el caso del 18-46-00), el nivel de disponibilidad de estos nutrientes no adicionados va disminuyendo gradualmente de las reservas del suelo, dependiendo de las características fisicoquímicas de los suelos¹¹¹ (se asume que la extracción por cosecha es mucho mayor que el ingreso mediante fertilización o abonado),

Otro aspecto que se ve afectado es la vida microbiana del suelo la cual está estrechamente relacionada a la disponibilidad de materia orgánica. La adición de fertilizantes cambia las condiciones locales, al nivel micro, de pH y salinidad, afectando la dinámica de los microorganismos del suelo, dando como resultado suelos con bajas poblaciones de microbios y por tanto dependientes de la adición externa de nutrientes para satisfacer las necesidades de los cultivos. En este sentido, la percepción de los agricultores de que “las tierras ya no producen sin fertilizante” es totalmente razonable ya que la adición de nitrógeno solamente ya no es suficiente, demostrando que el suelo ha cambiado su

¹¹¹ Es bien conocido en la Agronomía y ciencias afines que los suelos volcánicos, de tipo Andosol, como los de Comachuén, tienen diversas propiedades que los hacen problemáticos para la nutrición de cultivos cuando solo se utilizan fertilizantes inorgánicos debido a su alta capacidad de fijación de fósforo y a la baja disponibilidad de nitrógeno entre otros .

balance de nutrientes disponibles, lo cual a su vez soporta la percepción de los agricultores de que el uso de fertilizantes “quema la tierra y la echa a perder” y “hace que se acostumbre” a ellos.

De acuerdo a los análisis de suelo mostrados en el **Cuadro 5.4.4**, además de los niveles bajos de materia orgánica, se tienen niveles bajos de nitrógeno, fósforo, magnesio, cinc y manganeso, significando un **proceso gradual de disminución de la fertilidad del suelo**, lo cual puede ser adjudicado a la acción combinada de diversos factores como:

- la baja restitución de materiales orgánicos
- monocultivo gramínea – gramínea
- erosión hídrica y eólica
- exposición del suelo desnudo a los rayos del sol (en “barbecho”)
- aplicación de fertilizantes sin formulación adecuada (solo N y a veces P)
- lixiviación (por lluvias intensas y texturas medias), etc.

6.5.6. Degradación del suelo por labranza mecanizada

Aunque no se realizaron mediciones sobre el impacto de la labranza sobre la estructura del suelo, se puede comentar que en el caso de tierras de uso agrícola en Comachuèn existen dos formas de labranza primaria o “barbecho”: (1) labranza tradicional, con tracción animal y arado de palo, y; (2) labranza mixta, donde la labranza primaria es con tractor y arado de discos, y posteriormente se usa labranza tradicional para las demás labores (aporque y “asegunde”). El primer tipo de labranza remueve la capa arable (0-30 cm) por secciones o surcos a lo largo del terreno, con escaso volteo del suelo, mientras que en el segundo el arado de discos es más agresivo y voltea la mayor parte de la capa arable, desmenuzándola completamente y dejándola expuesta a los factores ambientales. En este caso los impactos esperados son una mayor velocidad de pérdida de materia orgánica por exposición a los rayos del sol, así como del contenido de humedad y de la estructura del suelo. En términos técnicos esto se explica porque al destruir con mayor intensidad los agregados (estructura) del suelo, con la labranza mecanizada, este queda sin estructura (como “polvo” o partícula simple) y queda propenso a la erosión (hídrica o eólica). Asimismo, al roturar demasiado y voltear la capa superficial del suelo éste pierde más humedad en relación con el barbecho con arado de palo. Estudios con base en experimentos de campo demuestran el impacto de la labranza y de la pérdida de materia

orgánica sobre la estructura del suelo (Meza-Pérez y Geissert-Kientz, 2006; Navarro et al., 2000).

6.5.7. El deterioro de la cobertura vegetal (bosque/monte)

En primera instancia, el análisis de cobertura de terreno mostró algunos cambios, principalmente en la categoría de “bosque cerrado de pino encino” con una ligera disminución al 2015, y un ligero aumento en las categorías de “bosque abierto” lo cual se puede asociar a una **pérdida de biomasa forestal**. Asimismo, se mostró un aumento de la superficie de “reforestación” y de “jaral”, lo cual a su vez se puede asociar a **procesos de restauración de tierras forestales y agrícolas**, respectivamente.

Desde las hipótesis de este estudio se planteó la posibilidad de existencia de degradación de tierras en la comunidad de Comachuén, lo que en primera instancia fue corroborado por la percepción de los productores entrevistados. No obstante, al realizar el análisis de cobertura de terreno utilizando imágenes de satélite, el deterioro antes mencionado no resultó tan evidente muy probablemente por la escala de trabajo y por la falta de un acompañamiento de muestreo de cobertura en campo, que incluyera otros aspectos como la estructura de las poblaciones vegetales, lo cual en este caso no fue realizado.

En términos generales, y de acuerdo a lo observado durante los recorridos de campo, no existe bosque “original” ya que toda la superficie está intervenida, y más bien el paisaje es de un **mosaico de bosque con diversos grados de conservación/deterioro**. En este complejo se observan diversas áreas más o menos bien conservadas donde se puede hablar de “bosque cerrado” y que en varios casos se encuentran delimitados, normalmente con cercas de alambre, a manera de potreros. En algunas otras porciones se observa predominancia de encinos sobre otras especies arbóreas (es el caso de la cima y vertiente sur del cerro La Bandera), derivada de la tala selectiva de pinos, proceso que ya había sido señalado y denominado “encinización” en otra investigación realizada en la misma región (Alarcón-Chaires, 2001). En algunas áreas hay vegetación secundaria de jara (*Baccharis* sp.), que denota el abandono de tierras que anteriormente fueron cultivadas con maíz y avena¹¹². Existe también un complejo de áreas de tierras agrícolas con relictos

¹¹² El abandono, según refieren los agricultores, ha sido básicamente porque las tierras se degradaron por efecto del *deslave* (erosión hídrica) y porque el valor monetario del maíz disminuyó en las últimas

de bosque templado, dominado básicamente por encino entre otras especies nativas (capulín, tejocote, aile, etc.).

En resumen, se puede decir que **el bosque se encuentra muy deteriorado en su estructura**, consistiendo en gran parte de vegetación secundaria y “renuevos”, a sea de plantas de pino jóvenes (tanto por regeneración natural como por reforestación). Sin embargo el análisis de cobertura permite evidenciar algunos focos rojos como es el caso de la categoría de “agricultura de ladera” y del “asentamiento humano”.

Por lo anterior, con base en el procedimiento de análisis utilizado aquí, se puede decir que en la comunidad de estudio **no se aprecia una tendencia drástica a la pérdida de cobertura forestal**, para el período de 1989 a 2015, y más bien se considera que existe una **degradación forestal**, la cual puede ser percibida más claramente a nivel de campo. Asimismo, se observa que la **restauración forestal** (por reforestación y repoblamiento natural), así como la **restauración de tierras agrícolas por vegetación secundaria** son procesos recurrentes en la comunidad. En este sentido, es importante considerar que muy probablemente el método utilizado para analizar la cobertura de terreno no sea capaz de medir los cambios a nivel de composición y estructura de los bosques de la comunidad, lo cual podría ser subsanado con un análisis más detallado con muestreo de comunidades vegetales.

Tratando de entender esta aparente contradicción entre la percepción local y el análisis técnico sobre la degradación del bosque, valorado en este caso a través del cambio de cobertura, es pertinente reconocer la aparente alta **resiliencia del bosque**, es decir la capacidad de regenerarse de manera natural o con un mínimo o ningún manejo, siempre que haya árboles dispersos que provean de semilla, lo cual es totalmente factible dado el mosaico de categorías de cobertura en todo el territorio de la comunidad. Un aspecto en ambos casos que puede considerarse como un tesoro natural es la alta capacidad de retención de humedad de las tierras volcánicas de la comunidad lo que a su vez explica tal resiliencia.

Aunado a lo anterior, cuando los actores locales hablan de fuerte deterioro del bosque, aparentemente se refieren a un período corto anterior, de 5 o 10 años, y muchas veces en

décadas, siendo incosteable seguirlas sembrando, sobre todo si las parcelas se ubican muy retiradas de la población.

referencia a las áreas “comunales” o predios cercanos a la población. No obstante, la recuperación de un bosque puede llevar 25 años o más para poder proveer de árboles maderables. Esto puede explicar el hecho de que pocos agricultores mencionan que en la década de los 1970’s había una fuerte degradación forestal, que los adultos recuerdan mientras que los jóvenes no lo mencionan, y que fue entonces que se realizaron reforestaciones las cuales han sido aprovechadas 40 años después. Mucho menos hablan de la fuerte degradación forestal que se aprecia en evidencias fotográficas y textuales en el libro de West (1948).

En cuanto a las tierras agrícolas, estas pueden presentar de igual manera una alta resiliencia, basada en sus propiedades físicas (densidad aparente baja) y su alta capacidad de retención de humedad. El elemento clave para su restauración es la materia orgánica la cual puede ser adicionada a través de abonos verdes, o de abonos orgánicos e incluso mediante el descanso largo o vegetación sucesional.

La pregunta que surge aquí entonces es Si la tierra en Comachuén es resiliente ¿la DT es reversible? La respuesta es sí, y para ello se requiere de un consensado de acuerdos a nivel comunidad y el planteamiento y desarrollo de un plan de acción comunitario que incluya el tema de la DT entre otros.

6.5.8. Síntesis de la evaluación de la DT desde la perspectiva técnica en esquema DPSIR

A manera de síntesis, en el **Cuadro 6.4** se muestran de manera esquemática las causas e impactos de la DT desde la visión técnica, así como las respuestas de la comunidad en torno a ese fenómeno, utilizando como base el esquema DPSIR.

De acuerdo a este cuadro, como una de las causas subyacentes de la DT más importantes se tiene la **deficiente organización comunitaria** en torno al manejo del recurso tierra y la desinformación en general la cual está estrechamente relacionada con la baja escolaridad. En torno a las tierras agrícolas y de bosque se identifican como causas subyacentes al manejo inadecuado de la tierra y a la falta de un plan de manejo forestal comunitario.

Cuadro 6.4. Causas y efectos de la DT en la comunidad de Comachuén identificados desde la perspectiva técnica, usando el esquema DPSIR.

Causa	Presión	Estado	Impacto	Respuesta
-------	---------	--------	---------	-----------

(Subyacente)	(Causa directa)				
-----NIVEL ORGANIZACIONAL Y CULTURAL-----					
<ul style="list-style-type: none"> ■ Organización comunitaria deficiente ■ Contexto jurídico y socioeconómico nacional desfavorable (bajo valor de productos agrícolas y forestales) ■ Baja escolaridad - Desinformación ■ Cultura (actitud) de conformismo. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Clientelismo político (a través de programas o acciones que involucran apoyos económicos) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Divisionismo político, no hay cohesión al interior de la comunidad ■ Débiles reglas de uso comunal de la tierra ■ Insuficiente apoyo de las instituciones públicas ■ Conflictos agrarios con otras comunidades 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conflictos internos y con otras comunidades por uso del bosque ■ Carecen de certificación agraria 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diversifican sus actividades ■ Emigran en busca de empleos ■ Jóvenes emigran temporal o de manera permanente para educación formal 	
-----TIERRAS AGRÍCOLAS-----					
<ul style="list-style-type: none"> ■ Manejo deficiente de la tierra 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Agricultura de ladera ■ Mnocultivo gramínea-gramínea (maíz-avena) ■ Erosión del suelo y lixiviación de nutrientes 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Muchas tierras con bajo contenido de materia orgánica en capa arable ■ Inadecuado reciclaje de nutrientes al suelo ■ Competencia de arvenses no deseadas (“malezas”) ■ Plagas “emergentes” 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pérdida gradual de fertilidad del suelo ■ Bajos rendimientos cuando no se aplican fertilizantes o abonos orgánicos 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Se adaptan a la baja producción de maíz priorizando el autoconsumo ■ Compensan parcialmente con fertilización y abonamiento ■ Solo algunos aplican abonos orgánicos ■ Algunos usan sistema “año y vez” ■ Pocos realizan prácticas de conservación 	
-----TIERRAS DE MONTE / BOSQUE-----					
<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de un plan de manejo forestal comunitario 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tala sin control adecuado ■ Corte de árboles “tiernos” ■ Fuerte presión sobre el recurso maderable (bosque) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Bosque deteriorado en una gran proporción ■ Escaso bosque “maduro” ■ “Encinización” de diversas áreas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conflictos internos y externos por tala “inmoderada” ■ Artesanías son de madera “tierna” 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Escasas acciones de restauración forestal 	

En relación a las causas directas (o presiones) se ubica al **clientelismo político** como principal factor, el cual impide una cohesión comunitaria para atender los problemas de manejo del recurso tierra. En la actividad agrícola uno de las prácticas inadecuadas, desde la perspectiva técnica, es la **rotación gramínea-gramínea** (maíz-avena) por ser extractiva con muy escasa reincorporación de materia orgánica y nutrimentos al suelo. En

torno al aprovechamiento del bosque, la **tala** (o “deforestación”) es tan solo un síntoma o causa directa, mas no una causa subyacente de la DT.

En el rubro de estado, al nivel de comunidad, sobresalen el **divisionismo político** y los conflictos agrarios con otras comunidades, en particular con Tingambato, lo que limita a la certificación agraria y al acceso a programas públicos más amplios. Hay algunos aspectos de la tierra que tienen que ver con su disminuida fertilidad y la presencia de arvenses no deseadas (“malezas”) así como de plagas y enfermedades emergentes, las cuales son parte, y consecuencia, de la **disminución de la calidad de la tierra**. Es importante tomar en cuenta que **no se observa una presión sobre la tierra agrícola**, ya que esta en lugar de aumentar conforme el aumento de la población, ha disminuido en alrededor de 150 ha de 1989 a 2015, lo cual puede deberse a un efecto combinado de la disminución de la importancia relativa de la agricultura desde la aprobación del TLCAN, y a la disminución de la calidad/fertilidad de la tierra. Lo que sí se puede deducir es la **fuerte presión sobre el bosque**, específicamente sobre el recurso maderable, más que por la tierra misma.

A nivel de comunidad, el principal impacto derivado de la débil organización y de la “deforestación” han sido los **conflictos internos**, ya que no han podido controlar la tala “clandestina” e incluso esto ha trascendido a **conflictos con otras comunidades**, en este caso más evidentemente con Sevina, aunque también los han tenido con Pichátaro, la grado de que esta última decidió cerrar la carretera de comunicación entre ambas comunidades. En el rubro agrícola es importante señalar que debido a la disminución de la fertilidad del suelo, **la producción de cultivos depende en gran medida de la adición de fertilizantes o abonos orgánicos**. En el rubro del aprovechamiento forestal resalta el uso de madera “tierna” para la elaboración de artesanías lo cual demerita la calidad de las mismas.

Por último, en cuanto a las respuestas de la comunidad a la DT, los productores han optado por **diversificar sus actividades productivas**, al mismo tiempo que se observa una creciente **emigración** temporal o permanente, principalmente de jóvenes, a otras poblaciones del país o al extranjero en busca de empleos o de educación formal. En relación a la actividad agrícola **la comunidad prioriza el autoconsumo de maíz** sobre la venta a otras comunidades. Lo que sí venden es el forraje de avena, y según los

productores la venta de avena es una fuente adicional de recursos económicos, incluso más rentable que el maíz. En cuanto al bosque, no se observaron acciones relevantes para su conservación/restauración, salvo el cercado de algunos predios, aunque en los últimos años (2011-2015) ya aparecen algunas áreas reforestadas.

En resumen, la **organización deficiente** a nivel de comunidad, la cual tiene sus raíces en el divisionismo político y en la desinformación, y posiblemente en aspectos culturales como la baja autoconfianza (que es tema de otros trabajos), es el principal factor que impide acciones comunitarias para revertir la DT.

6.5.9. Conclusión general – La DT desde la perspectiva técnica

Las tierras de uso agrícola de Comachuén muestran diversas condiciones que denotan su degradación, entre las que se encuentran, la nula presencia de mantillo (horizonte Oi y Oa), el relativo bajo contenido de materia orgánica del suelo superficial (horizonte Ah o capa arable), los rendimientos de maíz relativamente bajos, y los síntomas de erosión hídrica denotadas por la presencia de canalillos y cárcavas someras. Sin embargo también es necesario reconocer que por sus características y cualidades estos suelos son **resilientes**, a mediano y largo plazo, ya que pueden ser rehabilitados o regenerados a través de un manejo adecuado, por ejemplo induciendo una cobertura de bosque (ya sea por regeneración natural o por reforestación) o mediante prácticas agroecológicas que contribuyan a la restitución de la materia orgánica y de la vida de los organismos del suelo (aplicando abonos orgánicos incluyendo abonos verdes), . Esta capacidad de rehabilitación o restauración es evidenciada por las características de algunos de los perfiles de suelo descritos¹¹³, ubicados en tierras de bosque y que, según testimonios de los agricultores, fueron áreas deterioradas, pero fueron reforestadas hace unos 35 o 40 años. Estos suelos ahora muestran una alta acumulación de materia orgánica superficial (mantillo) lo cual es un indicador inequívoco de su rehabilitación. Actualmente las tierras de bosque, a pesar de presentar diversas áreas deterioradas, parecen mantener un **equilibrio entre lo que se extrae (de madera) y la capacidad de regeneración**, pero con un riesgo latente de sufrir mayor presión en el corto plazo.

¹¹³ Este es el caso de los perfiles de suelo en tierras de bosque (No.8, 9 y 12).

6.6. Integración de las perspectivas local y técnica sobre la DT – Diferencias y complementariedades

A este nivel, podemos cuestionarnos ¿Cuáles son las diferencias y complementariedades de las perspectivas local y técnica sobre la DT? ¿Qué aporta la perspectiva técnica a la percepción local sobre la DT? En el **Cuadro 6.5** se presenta una integración de manera esquemática de las dos perspectivas.

Como puede verse en el cuadro anterior, en el **nivel organizacional y socio-cultural** hay consenso en algunos aspectos como la deficiente organización, la cual ubicamos como una causa subyacente de la DT. De igual manera, hay consenso en que existen conflictos, tanto internos como con otras comunidades, por la tala o “deforestación”, identificados como impactos al nivel comunidad. En cuanto a respuestas de la comunidad, hay coincidencia en que los agricultores han recurrido a la diversificación de actividades productivas y en algunos casos han optado por la emigración temporal o permanente, sea en busca de empleo o de educación formal. Es importante notar que algunos aspectos son identificados desde la perspectiva técnica pero no desde la percepción local como el contexto económico nacional, el bajo nivel escolar (de educación formal), sobre todo en adultos, así como la desinformación sobre aspectos macroeconómicos y de la vida política nacional. A todo esto se suma un rasgo socio-cultural de las comunidades purépechas en general que consiste en una forma de ser, pasiva y tolerante, que para muchas cosas es una virtud, por ejemplo para la convivencia con otras comunidades, y que en el contexto del manejo de la tierra denominamos aquí **cultura (actitud) del conformismo**, porque esa actitud pasiva y tolerante conduce a la aceptación de las circunstancias y condiciones de vida y a no tomar acciones acordes con su percepción la tierra y el bosque la cual ya se ha mencionado anteriormente.

Con relación a la **actividad agrícola**, existen diversas coincidencias entre la percepción local y la perspectiva técnica. Como única **causa subyacente** se identifica al **manejo inadecuado de la tierra**, mientras que la **erosión** o “deslave de la tierra” es considerada como la causa directa principal. Además, desde la percepción local se considera que los

Cuadro 6.5. Causas y efectos de la DT en la comunidad de Comachuén identificados desde la perspectiva técnica usando el esquema DPSIR.

Causa (Subyacente)	Presión (Causa directa)	Estado	Impacto	Respuesta
-----------------------	-------------------------------	--------	---------	-----------

-----NIVEL ORGANIZACIONAL Y SOCIO-CULTURAL-----				
<ul style="list-style-type: none"> ■ Organización comunitaria deficiente ■ Contexto jurídico y socioeconómico nacional desfavorable (bajo valor de productos agrícolas y forestales) ■ Baja escolaridad - Desinformación ■ Cultura del conformismo 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Clientelismo político (a través de programas o acciones que involucran apoyos económicos) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Divisionismo político, no hay cohesión al interior de la comunidad ■ Débiles reglas de uso comunal de la tierra ■ Insuficiente apoyo de las instituciones públicas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conflictos internos y con otras comunidades por uso del bosque ■ Carecen de certificación agraria 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Diversifican sus actividades ■ Emigran en busca de empleos ■ Jóvenes emigran temporal o de manera permanente para educación formal
-----AGRICULTURA, TIERRAS AGRÍCOLAS-----				
<ul style="list-style-type: none"> ■ Manejo deficiente de la tierra 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Erosión del suelo y lixiviación de nutrientes – “Las tierras se deslavan y no se detiene la creciente” ■ Uso de fertilizantes “quemar” la tierra ■ Fenómenos hidro-meteorológicos afectan los cultivos ■ Monocultivo gramínea-gramínea (maíz-avena) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ La mayoría de las tierras degradadas y algunas en estado regular ■ Inadecuado reciclaje de nutrientes al suelo ■ Agricultura bien pero altos costos ■ Hace más calor ■ Llueve menos ■ Competencia de arvenses no deseadas (“malezas”) ■ Plagas y enfermedades “emergentes” en maíz 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pérdida gradual de fertilidad del suelo – se hacen corrientes y menos productivas ■ Bajos rendimientos cuando no se aplican fertilizantes o abonos orgánicos – Se “acostumbran” a los fertilizantes ■ Fertilizantes “le quitan la fuerza a la tierra” ■ Fertilizantes “propician más plagas” ■ Fertilizantes afectan calidad de maíz: El maíz se apolilla más fácil y la masa más pegajosa ■ Afecta en salud y alimentación ■ Aumentan los costos de producción de cultivos ■ Menos maíz, debido a menos producción ■ Menos dinero debido a menos trabajo y cosecha 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplican fertilizantes para compensar parcialmente ■ Priorizan maíz para autoconsumo y luego no para venta ■ “Descanso” de tierras o sistema “año y vez”. ■ Las tierras (algunas) se abandonan por improductivas ■ Solo algunos aplican abonos orgánicos ■ Pocos realizan prácticas de conservación
-----SILVICULTURA, TIERRAS DE MONTE / BOSQUE-----				
<ul style="list-style-type: none"> ■ Falta de un plan de manejo forestal comunitario ■ Falta de empleos ■ Falta conciencia ambiental ■ Por costumbre 	<ul style="list-style-type: none"> ■ “Deforestación” o tala sin control adecuado ■ Aumento de la población – más gente ■ Mayor demanda/presión sobre el bosque (<ul style="list-style-type: none"> ■ Bosque /monte muy deteriorado ■ Mayoría de las tierras (monte) degradadas y algunas todavía buenas ■ Escaso bosque “maduro” ■ “Encinización” de diversas áreas 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Conflictos internos y externos por tala “inmoderada” ■ Se infiltra menos agua y menos humedad en la tierra ■ Se escasea el agua potable (manantiales) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Comunidad no ha podido organizarse - hace “nada” ■ Pocos cuidan su monte ■ Algunos no saben cómo se encuentran las tierras de monte

	<p>de madera y alimentos)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Fuerte demanda/presión sobre el recurso maderable (bosque) 		<ul style="list-style-type: none"> ■ El viento ya no se detiene, por falta de árboles ■ Hay menos árboles y madera, ■ Escasez de leña para el hogar ■ Menos fauna y plantas medicinales, recursos naturales ■ Afecta principal fuente de trabajo ■ Menos trabajo, y menos dinero, al haber menos madera ■ Aumentará emigración ■ Aumentará drogadicción ■ Artesanías son de madera “tierna 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hay, y ha habido, programas de conservación de la tierra: <ol style="list-style-type: none"> 1. Zanjas en laderas 2. Reforestación 3. Procampo para maíz Pero no son continuos ni es para todos ■ Necesario comprar o acarrear el agua ■ Escasas acciones de restauración forestal
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- Percepción local y perspectiva técnica
- Solo en percepción local
- Solo en perspectiva técnica

fertilizantes “quemar la tierra” y además que existen diversos fenómenos hidrometeorológicos que afectan los cultivos y sus rendimientos, principalmente al maíz. En este rubro la perspectiva técnica plantea que el monocultivo gramínea-gramínea (maíz-avena) es extractiva y contribuye al deterioro de la calidad de la tierra. En cuanto al **estado** de la tierra, hay consenso en que las tierras se encuentran deterioradas en su mayor parte, que hay un inadecuado reciclaje de nutrientes al suelo/tierra. Desde la perspectiva local, además, se plantea que hay costos elevados por la producción de cultivos, además en que plantean que actualmente hace más calor y llueve menos, de lo cual la perspectiva técnica no abordó el tema de clima para comprobar lo anterior. Lo que sí plantea como problema desde la perspectiva técnica es fuerte presencia de arvenses no deseadas (“malezas”) y presencia de plagas y enfermedades emergentes en tierras de cultivo, en tanto que **desde la percepción local las arvenses, plagas y enfermedades no representan una preocupación** por lo que no las mencionan como problema, salvo la **tuza**, pero aún que esta provoca daños fuertes a la densidad de plantas, más que plaga **se le considera parte del agroecosistema**. En cuanto a los **impactos** hay coincidencia en ambas perspectivas de que las tierras pierden gradualmente su calidad/fertilidad dando como resultado bajos rendimientos si no se aplican fertilizantes o abonos orgánicos. Por su parte solo desde la percepción local se plantean diversos impactos negativos por el uso de fertilizantes como

que “le quitan la fuerza a la tierra”, además de que “propician plagas” y afectan la “calidad del maíz” y también de la “salud” de las personas por su consumo. Además, reconocen impactos negativos en lo económico debido a que los costos de producción se incrementan por el uso de fertilizantes, y que hay menos maíz en la comunidad por los rendimientos disminuidos lo que influye a su vez en menores ingresos por la falta de trabajo y por cosechas disminuidas. En cuanto a las respuestas, hay consenso en que se aplican fertilizantes para mitigar la disminución de la fertilidad/calidad de la tierra, además de que ante la menor producción de maíz a nivel comunidad optan por priorizar el autoconsumo. También se coincide en que el descanso de la tierra utilizado en el sistema de año y vez es para recuperar la calidad de la tierra. Solo desde la percepción local se menciona que algunas tierras son “abandonadas” cuando ya son improductivas. Y desde la perspectiva técnica se indica que pocos agricultores realizan prácticas de conservación de agua y suelo, incluyendo la aplicación de abonos orgánicos a sus cultivos.

Con relación a la **actividad forestal**, desde ambas perspectivas local y técnica, como **causas subyacentes** de la DT resaltan la falta un plan de manejo forestal. Desde la percepción local, además, se menciona con énfasis la falta de empleos alternativos a la agricultura y explotación del bosque, agregando la falta de conciencia ambiental y la costumbre como causas de fondo. En cuanto a los factores de **presión** o causas directas de la DT se ubican tres aspectos muy relacionados que son; la “**deforestación**” o tala sin control, **incentivada por la falta de acuerdos y reglas comunitarias efectivas sobre el manejo del bosque**, y el aumento de la población que a su vez influye en una mayor demanda de madera y también de alimentos de las tierras agrícolas. Como consecuencia se tiene que en el factor **estado** el bosque/monte se encuentra muy deteriorado, coincidiendo ambas perspectivas. Desde la percepción local, además, se indica que la mayoría de las tierras de monte se encuentran deterioradas y algunas todavía de buena calidad, mientras que desde la perspectiva técnica se observa que ha habido una extracción selectiva de especies, en este caso de pinos, dando como resultado un proceso de “encinización” en algunas áreas del territorio comunal, existiendo además escaso “bosque maduro”. En cuanto a los **impactos**, ambas perspectivas coinciden en que existen conflictos tanto internos como externos derivados de la “deforestación”. Desde la percepción local, además, se identifican diversos impactos como son la disminución de la infiltración del agua en las tierras de monte y por tanto hay disminución del caudal de

los manantiales. También señalan que hay menos árboles, lo que provoca que los vientos sean más fuertes, además de que hay menos madera, leña y recursos naturales en general, incluyendo fauna y plantas medicinales. Pero indican que el impacto central es que **la “deforestación” afecta la principal fuente de trabajo**, con lo que se tienen menores ingresos en las unidades familiares, por lo que perciben que esto puede generar mayor emigración y problemas sociales como la drogadicción. Por otra parte, desde la perspectiva técnica se observa que al haber un deterioro forestal y escasos árboles maduros las artesanías se elaboran con madera “tierna” lo que da como resultado productos de menor calidad repercutiendo ello en su bajo precio. En cuanto a la **respuesta**, ambas perspectivas coinciden que la comunidad no ha podido organizarse y por tanto no se ha podido hacer nada en torno al control efectivo de la “deforestación”. Además, desde la percepción local se indica que son pocos los que cuidan el bosque y que muchos no saben realmente cómo se encuentra. También señalan que ha habido programas en pro de la conservación/restauración del bosque y de la tierra incluyendo zanjas en contorno, reforestaciones y el Procampo, pero que no son continuos y muchas veces son para unos cuantos. Señalan también que ante la escasez de agua han tenido que comprar o acarrear el agua para consumo doméstico. Desde la perspectiva técnica se observa que existen escasas acciones para la restauración del bosque.

Como se puede ver, a manera de resumen, hay aportes importantes desde las dos perspectivas local y técnica sobre las causas, impactos y respuestas sobre la DT en la comunidad. **La perspectiva técnica hace más énfasis en el nivel organizacional y socio-cultural**, mientras que **la percepción local aporta detalles más finos al nivel impactos tanto al nivel comunidad como al nivel familiar** y del recurso tierra. Lo anterior es lógico tomando en cuenta que la percepción parte de un contacto cotidiano con el manejo de la tierra y del bosque mientras que la perspectiva técnica involucra observaciones de campo pero también un conocimiento básico sobre el contexto socioeconómico al nivel nacional. Se puede concluir que existe una **complementariedad de perspectivas** en el análisis y explicación del fenómeno de la DT al nivel local, lo cual muestra la pertinencia de **hibridación de conocimientos** cuando se aborda un fenómeno complejo como la DT.

6.7 ¿Qué alternativas se vislumbran para revertir la DT?

6.7.1. Desde la perspectiva local

Perspectiva de los jóvenes

Los jóvenes perciben que hay pocas alternativas para revertir la deforestación y la consideran un problema difícil de resolver. Al no haber fuentes de empleo, y bajo la percepción de que las tierras “son de todos”, y aunado a que hay un debilitamiento en la estructura organizativa local, lo que se manifiesta en un claro divisionismo político, no es posible aplicar sanciones ni dar alternativas que resuelvan el problema de la deforestación. Se menciona que “no hay conciencia entre las personas que deforestan”, pero esta es una aseveración discutible ya que la mayoría mostró saber que la deforestación provoca diversos efectos negativos tanto en lo ambiental como en los aspectos socioeconómicos. Desde nuestro punto de vista, por lo tanto, el problema no es que no exista conciencia, sino más bien que, para ciertos aspectos, **no hay cohesión al interior de la comunidad** y por lo mismo no hay respeto a la autoridad ni a las reglas de la comunidad, al menos en la actualidad.

Para los jóvenes la opción más clara para detener la deforestación es la **creación de fuentes de empleo** alternas. Pero ¿por cuánto tiempo podría frenar la DT? y ¿cómo se podría garantizar que se disminuya la deforestación si persiste la demanda externa de madera? Estas son preguntas importantes que se deberán plantear en cualquier plan de acción que tenga que ver con sus recursos forestales. En segundo término mencionan la necesidad de **una buena (mejorar la) organización interna** que les permita realizar acciones de restauración del bosque. Me parece que este es un aspecto clave *sine qua non* para la toma de decisiones colectivas a favor de la reversión de la DT en todos sus aspectos. La mayor parte de las respuestas fueron de **alternativas propositivas** en tanto que acciones coercitivas o pesimistas fueron menos frecuentes. Esto muestra una actitud constructiva de los jóvenes, como herencia de su cultura comunitaria y también porque saben que los castigos no son la mejor opción para sensibilizar a los infractores. Además, reafirma que la gente, en este caso jóvenes, está consciente de los efectos de la DT y está dispuesta, al menos de intención, a participar en acciones de restauración de tierras, principalmente a través de la **reforestación**. La **sensibilización sobre temas ambientales** que indican que es necesaria, es un aspecto fundamental para consensuar planteamientos y acciones en torno a la restauración de sus bosques. En este caso los jóvenes están

considerando prioritariamente aspectos socioeconómicos como alternativas para frenar la DT. Esto refleja precisamente que, desde la percepción local, las **causas subyacentes** de la DT en la comunidad de estudio son más de tipo socioeconómico que biofísico o tecnológico.

Considerando el tipo de respuestas sobre quién debe tomar la iniciativa en las acciones para revertir la DT, mostraron claramente una postura mayoritaria hacia que deben ser la comunidad en conjunto con las autoridades locales. Esta es una fortaleza que puede ser aprovechada en la construcción de un plan de acción a mediano y largo plazo: la comunidad debe apoyar a sus autoridades, y a su vez la autoridad debe responder a los intereses de la comunidad en su conjunto. Entonces es claro que además de estar conscientes de los efectos de la deforestación, también saben que es la comunidad a través de una buena organización como pueden enfrentar la situación actual. Sin embargo, persiste la indecisión de iniciar esas acciones. Entonces cabe cuestionar: ¿Qué tendrá que suceder para que tomen la iniciativa?

En cuanto a la conservación/restauración de las tierras de uso agrícola, hay un planteamiento mayoritario de que se requieren **utilizar los métodos tradicionales de manejo de la tierra** incluyendo el **uso de abonos orgánicos**, como se hacía antiguamente (aproximadamente dos generaciones antes, o hace 30 a 40 años). En menor proporción se plantean alternativas conservacionistas como la **rotación de cultivos** y el **uso racional de fertilizantes**. En este sentido se puede decir que los agricultores mantienen una visión conservacionista, aunque en la práctica se han visto obligados a utilizar otros métodos que degradan la tierra, por ejemplo, el uso del arado de fierro, el uso parcial del tractor, y la aplicación de fertilizantes (también limitado por el alto costo que les representa a los productores). Esta visión conservacionista coincide con lo que se encontró en el estudio de la agricultura tradicional de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (Pulido y Bocco, 2003a) la cual presenta condiciones ambientales muy similares y pertenece a la misma cultura purépecha.

La postura de los jóvenes sobre cómo llevar a cabo las alternativas es consistente en el sentido de que se requiere de **capacitación en tecnologías de manejo (sustentable) de la tierra**, así como de la organización de la comunidad y la participación activa de todos. Esto representa una gran oportunidad para conjuntar esfuerzos al nivel local y diseñar un

plan de acción consensuado. Ellos consideran que lo anterior se puede llevar a cabo a través de actividades de capacitación en tecnologías conservacionistas, y que para ello se requiere de la participación de todos a través de una mejor organización.

Perspectiva de los adultos

De acuerdo a los adultos, sí ha habido programas de conservación de tierras, pero se refieren más a programas oficiales de corto plazo, los que en la región se conocen como “apoyos” dentro de los cuales se incluyen programas anuales de reforestación, entre otros. Sin embargo, no se menciona un programa específico para conservación o restauración de tierras que involucre a toda la comunidad. La percepción de que dichos “apoyos” no se aplican a toda la comunidad es un factor de división y desconfianza. El único programa real referido (por ejemplo por el Sr. Aureliano Hernández) es el del río Balsas (años 1970s) el cual incluyó actividades de reforestación en tierras forestales comunales degradadas, como fue el caso del predio *Pinhurhisii*, mismo que se conoce como “bosque comunal”, y en otras áreas como la conocida como *Terhúnchimani*, que es tierra “repartida” en potreros y que se encuentra muy cerca del poblado al pie del Cerro La Virgen. El programa referido también incluyó la construcción de cepas (zanjas) en contorno para la retención de sedimentos y disminuir la escorrentía (referido para el paraje *Andárhukurani* o “ladera cuesta abajo” o “al filo cuesta abajo”). De acuerdo a los productores (por ejemplo, el Sr. Aureliano Hernández y Sr. Asunción Sebastián) ese programa fue bueno en su momento porque permitió la restauración de tierras forestales, que antes de la reforestación estaban muy degradados (por sobrepastoreo) pero desafortunadamente no tuvo continuidad. De hecho las cepas fueron destruidas poco después por los mismos productores por considerar que les estorbaban (“les quitaban espacio”) para sus labores agrícolas. Los productores-guía en el desarrollo del trabajo de campo refirieron que “el bosque se regenera solo”, y que para ello es necesario dejar “que la naturaleza haga su trabajo”¹¹⁴. De hecho se observaron diversas áreas (dispersas) en las tierras de bosque donde existe mucho árbol pequeño o “renuevos”. También se observaron diversas áreas con jara (*Baccharis* sp.) en tierras anteriormente utilizadas para cultivos agrícolas y que fueron “abandonadas” por improductivas y que luego gradualmente fueron repobladas con jara. Eventualmente estas tierras “enjaradas” pueden

¹¹⁴ Este sistema de manejo silvícola tradicional que usan los productores es el que técnicamente se conoce como de “árboles padres” (Chacón-Sotelo, 1998).

restablecer su cobertura de bosque. Es importante aclarar que en estos casos la restauración de tierras, con este proceso de vegetación secundaria, no es el objetivo principal de los productores que “abandonan sus tierras”, ya que es motivada más por aspectos socioeconómicos que por conciencia ambiental.

Con relación a las alternativas para revertir la DT, hay coincidencia entre jóvenes y adultos en que es necesario realizar **actividades de reforestación** en las que participen toda **la comunidad junto con las autoridades**, y para lo cual se requiere de una buena organización. También coinciden es que es necesario llevar a cabo actividades de sensibilización, por ejemplo a través de **talleres de educación ambiental**, y de **capacitación sobre prácticas de conservación de la tierra**, las cuales deben ir más allá de la clásica visión de “conservación de suelo y agua”, y además deben incluir la restauración de la cobertura vegetal, la fauna y las redes hidrológicas. Como se puede observar en las respuestas recabadas en el subcapítulo 6.3 (“Percepción local de la DT”) esta visión holística es la que perciben los jóvenes y adultos en la comunidad de estudio y coincide con los enfoques utilizados en las ciencias que estudian la tierra, el paisaje y los ecosistemas.

De acuerdo a la información recabada de los adultos entrevistados, el **uso de abonos orgánicos** fue una práctica más generalizada en la comunidad en décadas pasadas, que dejó de ser utilizada, al igual que la labranza tradicional, con la aparición de los fertilizantes y con la disminución de producción de ganado (bovino y ovino en este caso). Pero sigue siendo una propuesta que ellos sostienen porque están convencidos que les puede dar mejores resultados a mediano y largo plazo. La **rotación y diversificación de cultivos** que proponen algunos productores es otra excelente idea que incluso algunos ya están llevando a cabo (p. ej. Francisco Reyes). No obstante, hace falta que las opciones que ya se conocen sean difundidas más ampliamente al interior de la comunidad.

6.7.2. Alternativas desde la perspectiva técnica

Fortalecimiento de la organización comunitaria y plan de acción

A manera de contribución al proceso de reversión de la DT en la comunidad de estudio, a la vez con una intención previa de agradecimiento, se considera pertinente hacer una propuesta de plan o estrategia, en principio desde la perspectiva técnica, sujeta a la valoración de los actores locales, y que eventualmente genere un **plan de acción comunitario** sobre manejo de la tierra para ser llevado a cabo en un período de tiempo de corto, mediano y largo plazo. En este sentido, y con base en el análisis de resultados, se plantea una estrategia que considere diversas etapas que contribuyan a la restauración socio-ambiental, esto es, que vaya más allá de la dimensión ambiental, integrando el factor social y cultural. En este sentido es importante reconocer que la extensión del territorio comunal es lo suficientemente amplio como para que puedan formular un **plan de manejo forestal comunitario**, como un componente del plan general arriba mencionado, que beneficie a toda la comunidad tal como lo han hecho otras comunidades.

Para tal fin se plantean las siguientes etapas: (1) **Educación ambiental**, con énfasis en el valor funcional, económico y cultural de los recursos naturales; (2) **Revalorización de la identidad cultural**, como comunidad y como personas; (3) **Identificación de líderes locales y consenso de objetivos**; (4) **Identificación de las áreas prioritarias para restauración**; (5) Planificación de acciones a mediano y largo plazo; (6) Identificación de fuentes de financiamiento y propuesta de proyectos específicos; (7) Implementación de acciones de restauración, y; (8) Seguimiento y valoración de avances.

A continuación se da una breve explicación de los objetivos o contenidos de la estrategia y plan de acción:

Etapas 1. Educación ambiental. La sensibilización mediante educación ambiental a diferentes niveles en la comunidad será un requisito para el involucramiento de la comunidad en los planes y acciones de restauración. Esta deberá llevarse a cabo mediante talleres prácticos (más prácticos que teóricos) donde las personas reafirmen los conocimientos y percepciones sobre su medio ambiente y los efectos de la DT, así como para que puedan reconocer la importancia de la conservación/restauración de sus recursos

naturales. Como parte de esta línea se propone la creación de un “Centro de capacitación en tecnologías agroecológicas” enfocada al manejo sustentable de la tierra, donde se realicen talleres sobre temas como elaboración y uso de abonos orgánicos, producción de hortalizas para autoconsumo, prácticas de conservación de suelo ya agua, producción de plantas ornamentales y aromáticas (comestibles y medicinales). Se podrán establecer sitios demostrativos permanentes para mostrar y promover las bondades de prácticas agroecológicas y agroforestales.

Etapa 2. Identificación y/o generación de empleos alternativos. Para que un plan de acción en pro del medio ambiente prospere, es necesario contribuir a la solución de los problemas prioritarios de la comunidad, en este caso la falta de empleos. Como se ha mencionado, la comunidad depende económicamente de la madera que se obtiene del bosque. Sin embargo, consideramos que existen potenciales para otros empleos locales, tales como: terminado de muebles (ebanistería), curtido de pieles, elaboración de artesanía de subproductos de la tala, vivero forestal y ornamental, etc. Se requiere de estudios específicos para definir las actividades alternativas.

Etapa 3. Revalorización de la identidad cultural. Otro tema importante que debe ser incluido en los programas de capacitación es el reconocimiento y revalorización de la identidad cultural. Esto dará mayor cohesión a la comunidad y contribuirá al consenso de objetivos comunes. Es un aspecto sociocultural que incide en la parte emocional de los individuos y que pocas veces se considera pero que es básico para que, aunado a un proceso de educación ambiental, las personas sean pro-ambientalistas o refuercen sus actitudes propositivas para la comunidad (Álvarez y Vega, 2009; Corral, 2009; García, 2007).

Etapa 4. Identificación de líderes y consenso de objetivos. Esta debe ser una de las tareas más importantes para el logro de objetivos consensuados. Los agentes externos (técnicos y tomadores de decisiones) podrán inducir a la conformación de un grupo de promotores locales que eventualmente se conviertan en los impulsores de acciones para la restauración. Estas acciones deben estar basadas en experiencias locales o de comunidades de la región. Se requiere que tengan la decisión para cambiar la situación actual de DT y que puedan llegar a consensos en sus objetivos para que puedan influir positivamente en el resto de la comunidad. Este grupo promotor será integrado por

hombres y mujeres con formación escolar o práctica para que puedan aportar ideas y estén dispuestos a realizar trabajo comunitario. Participarán en cursos de capacitación técnica y de aspectos organizativos y de revalorización sociocultural. Esto último será muy importante para que fortalezcan sus convicciones como parte de una cultura indígena. Es muy importante que este grupo de promotores tenga acceso, o esté directamente vinculado, a la toma de decisiones de la comunidad.

Será conveniente que a través de talleres con diferentes grupos de la comunidad se realice un análisis de la situación actual, guiado por expertos en la materia, utilizando por ejemplo el esquema *Causas, Presiones, Estado, Impactos y Respuestas* (DPSIR) el cual puede facilitar el consenso y la identificación de aspectos prioritarios.

Entre algunos de los aspectos que deben adoptar los promotores locales, y los agentes externos cuando amerite su participación, se encuentran los siguientes: a) Enfoque participativo. Es fundamental que el enfoque de trabajo en las diferentes etapas se haga con este enfoque en el que la opinión y conocimientos de todos los involucrados sea tomada en cuenta de manera horizontal; b) Equidad de género, debe ser con participación de hombres y mujeres. La experiencia y participación de la mujer es importante. También debiéramos mencionar la importancia de incluir a los jóvenes quienes en un futuro cercano tendrán la oportunidad de tomar decisiones al nivel familiar y comunitario: c) Transparencia en gestión de recursos y toma de decisiones. Las reglas de funcionamiento y de manejo de recursos, principalmente los monetarios, deben establecerse de manera muy clara y consensuada para evitar que el mal manejo sea motivo de discrepancias.

Etapa 5. Identificación de las áreas prioritarias para restauración. Esta tarea es muy importante y debiera surgir de un acuerdo por consenso. Es factible incluir un planteamiento de evaluación de tierras (ET) basado en la evaluación de aptitud física de la tierra. Asimismo, con base en esa reflexión se podría elaborar un plan de ordenamiento territorial comunitario. Todo esto con el acompañamiento de técnicos o facilitadores con experiencia en dichos temas.

Etapa 6. Planificación de acciones a mediano y largo plazo. Esta etapa consiste en definir las acciones a desarrollar para restaurar las tierras, forestales y agrícolas, involucrando a la mayor parte de la comunidad. Aquí es conveniente que participen

agentes externos como acompañantes en el proceso de autorreflexión, pero siempre dejando las decisiones finales a los usuarios de la tierra. Como bases para una planificación adecuada deberá realizarse una evaluación de aptitud de las tierras orientada hacia un eventual ordenamiento ecológico territorial. Los planes deberán ser en distintos plazos. Es importante que incluyan, en la planificación, actividades de restauración así como actividades alternativas (empleos) que permitan que la gente participe sin sacrificar su trabajo o fuentes de ingresos.

Etapa 7. Identificación de fuentes de financiamiento y propuesta de proyectos específicos. El financiamiento debe provenir en primera instancia de apoyos externos en tanto ellos mismos tengan la capacidad de autofinanciarse. Son tres rubros en los que se deberá enfocar el financiamiento: (i) Para la capacitación y asesoría técnica; (ii) para el equipamiento e infraestructura, y; (iii) para la puesta en marcha de acciones de restauración y manejo sostenible de la tierra.

Etapa 8. Implementación de acciones de restauración. Las actividades de restauración consistirían de acciones como: a) Creación de un vivero forestal comunitario, b) Reforestación en áreas comunales con participación no remunerada (faenas), c) Reforestación con mano de obra remunerada (creación de empleos), d) Implementación de prácticas de conservación de suelo y agua. Algunas de estas acciones se describen a continuación.

Etapa 9. Seguimiento y valoración de avances. Por último, debiera haber un acompañamiento al proceso de implementación, pero con desapego gradual por parte de los agentes externos, para que una vez que la comunidad haya avanzado en sus acciones se pueda desenvolver de manera independiente, sin necesidad de asesores externos. En los primeros años deberá realizarse una evaluación de los avances y una retroalimentación para redefinir los objetivos y procedimientos de la restauración de tierras.

Aspectos clave para la restauración de tierras y manejo de cultivos desde la perspectiva técnica

Ante esta situación de la DT en la comunidad, existen diversos aspectos técnicos que requieren atención especial, ya sea a través de estudios locales, de capacitación o de

transferencia de experiencias de otros lugares. Entre estos destacan: la preparación de abonos orgánicos, la selección de semillas en campo, la rotación y diversificación de cultivos, el control agroecológico de plagas y enfermedades, el uso de análisis de suelos para el manejo adecuado de la nutrición de cultivos, el manejo y conservación de la humedad del suelo, prácticas de conservación del suelo y el control de plagas y enfermedades en cultivos. Un caso muy especial es la necesidad de buscar métodos apropiados para el control de la tuza, la cual a la fecha sigue siendo un gran problema técnico, no solo en esta comunidad, sino en todas las áreas donde hay suelos similares (volcánicos, tipo Andosol). Por tanto, será necesario seguir buscando alternativas para el control de la tuza, lo cual deben realizarlo las instituciones educativas o de investigación que tienen su área de influencia en la región como; INIFAP, UACH, UIIM, ITSP, etc.

Restaurar cobertura vegetal. Desde la perspectiva técnica se considera prioritario restaurar la cobertura vegetal principalmente en las áreas con relictos de bosque, pero también en todos los cauces de corrientes de agua temporales (“barrancas”). Esto permitirá a su vez la restauración gradual de los ecosistemas y sus funciones. Debe ser con participación de toda la comunidad, con apoyo de recursos externos oficiales y de fundaciones ambientalistas, así como de la participación de instituciones de investigación y educación superior de la región. En la primera etapa se requerirá de la instalación de un vivero forestal comunal, en la cual se incluyan principalmente especies de la región pero también algunas exóticas que muestren compatibilidad con los ecosistemas locales y con los propósitos de la restauración.

Mejorar el manejo de la humedad y fertilidad del suelo. Además de fomentar el mejoramiento del nivel de la materia orgánica del suelo, es conveniente mejorar el manejo de la humedad del suelo, desde el barbecho. La humedad, junto con el contenido de materia orgánica, juega un papel muy importante para el establecimiento y desarrollo de las plantas de maíz y otros cultivos. El haba, por ejemplo, es muy sensible a la falta de humedad (observado en suelos de textura arenosa en Comachuén). Además de la disminución de la materia orgánica de los suelos de uso agrícola, y la casi imperceptible erosión hídrica, que sin embargo es evidente cuando se hace un análisis más minucioso de las tierras de ladera, también es evidente la existencia de un efecto sobre la humedad disponible en las capas superficiales de suelo. Los agricultores adjudican este impacto a los cambios en la forma de preparar la tierra, ya que ya no aran la tierra (“barbechan”) a

tiempo como se hacía anteriormente, lo cual consistía en arar inmediatamente después del período de lluvias, es decir entre octubre y noviembre. Eso permitía arropar la humedad por más tiempo y asegurar que la siembra siguiente (marzo-abril) tuviera la suficiente humedad para germinar y crecer hasta antes del nuevo ciclo de lluvias (finales de mayo). Los agricultores están conscientes de que es necesario regresar a esa práctica tradicional. Por estas razones es importante que los agricultores vuelvan a **utilizar el sistema tradicional de barbecho** y la aplicación de abonos orgánicos. Pero también desean que esto se lleve a cabo a través de talleres de capacitación donde se muestren técnicas o prácticas de cómo conservar la tierra. Además, deben incluirse talleres sobre el uso de los **análisis físicos y químicos de los suelos** (o tierras) y su respectiva interpretación de necesidades nutrimentales para incorporar a través de abonos orgánicos. Estos talleres pueden ser desarrollados con un enfoque mixto, donde los instructores de campo sean tanto campesinos y técnicos con experiencia, incluyendo al autor de esta tesis. En el primer caso se plantea el enfoque *de campesino a campesino*, una estrategia de práctica transferencia de conocimientos de la agricultura tradicional (Holt-Giménez, 2008).

Selección y conservación de semillas criollas (nativas). La selección de maíz en campo es una buena alternativa para mejorar rendimientos de maíz en Comachuén. Este método se conoce como selección masal de germoplasma y ha mostrado su efectividad para la conservación y mejoramiento de semillas nativas (Carballo y Hernández, s.f.; Magdaleno-Hernández et al., 2016).

Establecer un plan consensuado de restauración. Deberán logra consensos sobre un plan de restauración ubicando áreas prioritarias para la restauración gradual de los bosques y las tierras agrícolas. La restauración debe entenderse como un **proceso de mediano y largo plazo** que necesariamente requiere de la sensibilización a través de estrategias como la educación ambiental. Para lo anterior se prevén obstáculos como el divisionismo interno, pero también algunas oportunidades como la visión y disposición de los jóvenes a realizar acciones de restauración entre otros.

Cuadro 6.6. Resumen de alternativas desde la perspectiva local y técnica para revertir la DT en la comunidad de Comachuén, Michoacán.

Perspectiva	Dimensión / Sector	
-------------	--------------------	--

	Organizacional	Ambiental / Cultural	Productivo	¿Quién debe tomar la iniciativa?
Local - jóvenes	Mejorar la organización interna	“Problema difícil de resolver” -Sensibilización sobre temas ambientales -Capacitación en tecnologías de manejo (sustentable) de la tierra	Crear fuentes de empleo Reforestación Utilizar los métodos tradicionales de manejo de la tierra -Uso de abonos orgánicos -Rotación de cultivos -Uso racional de fertilizantes	La comunidad en su conjunto
Local - adultos	Plan para reforestación	Talleres de educación ambiental Capacitación sobre prácticas de conservación de la tierra	Actividades de reforestación Uso de abonos orgánicos Regresar al manejo tradicional de la tierra Rotación y diversificación de cultivos	La comunidad junto con las autoridades
Técnica /científica	Plan de acción comunitario, por etapas (Manejo forestal y restauración de tierras) Identificación de líderes locales y consenso de objetivos	Talleres de educación ambiental Talleres de revalorización de la identidad cultural Talleres sobre manejo conservacionista de la tierra Identificación de las áreas prioritarias para restauración Restaurar cobertura vegetal	Mejorar el manejo de la humedad y fertilidad del suelo Volver al sistema tradicional de barbecho y la aplicación de abonos orgánicos Estandarizar elaboración de abonos orgánicos Mejorar la selección de semilla nativa de maíz	La comunidad junto con las autoridades e instituciones de educación e investigación superior (IES)

6.7.3. Integración de perspectivas local y técnica sobre alternativas a la DT – Complementariedades

En el **Cuadro 6.6** se presenta un resumen, a manera de integración, de las alternativas planteadas por los actores locales y desde la perspectiva técnica con el objetivo de visualizar las complementariedades y definir las prioridades en un plan de corto y largo plazo.

Como puede verse en el cuadro anterior, se coincide en la necesidad de mejorar la organización de la comunidad, y también en la necesidad de emprender acciones de **reforestación** a lo que desde la perspectiva técnica se agrega la necesidad de un plan de manejo forestal. Se coincide también en la pertinencia de realizar **talleres de educación ambiental** y sobre **manejo y conservación del suelo/tierra**. . El interés por el regreso al **uso de abonos orgánicos** también es una coincidencia de las dos perspectivas. Por último, se coincide en que la iniciativa y acción debe ser tomada por las autoridades y toda la comunidad. En resumen, hay una complementariedad y coincidencia muy altas en cuanto a las alternativas que se visualizan en las dos perspectivas.

Capítulo 7

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Método utilizado: sus virtudes y oportunidades

El método utilizado en esta investigación, que es de tipo integral y participativo, mostró alta capacidad de proveer de elementos para la comprensión de los procesos y causas de la DT al nivel local, mediante algunos campos específicos como son: conocimientos tradicionales sobre los recursos naturales; manejo de la tierra y los cultivos; percepción local sobre las causas e impactos de la DT, y; la valoración de la DT desde la perspectiva técnico/científica. Una de las virtudes es que se pudo indagar sobre las causas subyacentes de la DT y ello permitió conceptualizar la dependencia de las condiciones socioeconómicas, principalmente falta de empleos alternativos, y la deforestación, que se manifiesta en un círculo vicioso. El método también permitió diferenciar las percepciones de jóvenes y mayores de la comunidad, posibilitando un contraste y ubicación de puntos de coincidencia entre ambos grupos. Asimismo, se pudo semblantar una serie de propuestas a manera de plan de acción para revertir la DT a mediano y largo plazo, el cual debiera ser discutido y consensuado por la comunidad. Hay que mencionar que el proceso de obtención se llevó a cabo en un período de tres años pero es posible realizarlo en un año siempre que se cuente con un equipo de trabajo integrativo y recursos materiales y económicos necesarios.

Conocimiento local del recurso tierra

En Comachuén los productores entrevistados mostraron un amplio conocimiento sobre sus paisajes, los cuales clasifican en diferentes niveles o escalas territoriales. Se trata de un conocimiento tradicional (no escrito hasta ahora) que se ha transmitido en forma oral y por experiencia práctica a través del trabajo agrícola y el contacto con los recursos de la tierra. La clasificación de **unidades de paisaje** es algo habitual para las personas en esta comunidad indígena y es la base para su interacción con su entorno. Asimismo, tienen su propia clasificación de tierras, la cual es en dos sentidos, por características (tipos de tierra) y por calidad de uso (clases de tierra), y está basada en indicadores cualitativos. Se

puede concluir que el conocimiento sobre el paisaje tiene un enfoque integral y utilitario, es decir incluyen aspectos ecológicos (altitud, clima y producción de biomasa) y de aptitud de uso (tipos de tierra y clases por calidad), incluyendo su relación con el rendimiento de cultivos. Para ellos, la tierra es el recurso material más importante de lo cual depende su sobrevivencia y en muchos casos se considera un recurso sagrado.

Pero además de las unidades de paisaje y de las clases de tierra, también conocen las plantas y animales como componentes de los ecosistemas locales, en algunos casos de manera genérica y en otros de manera específica, dependiendo de la importancia o utilidad que les representen. El concepto de paisaje (o tierra) que conciben es entonces sistémico, es decir son espacios del territorio donde coexisten de manera armónica diferentes organismos interdependientes (plantas, animales, hongos, etc.) incluyendo al ser humano. Todos estos tienen una función o utilidad. Cuando se daña o altera al bosque se tienen impactos negativos en diversos aspectos; disponibilidad de madera, abundancia de animales y plantas, silvestres, cantidad de lluvia y agua de manantiales, mantillo o abono natural de la tierra. Desde la cosmovisión local, el ser humano no es el “dueño” absoluto de la tierra, sino un organismo con capacidad de pensar, que puede hacer uso de los recursos para su sobrevivencia, pero respetando el derecho de los demás seres vivientes. Se concibe que los efectos de las actividades humanas repercuten en todas las actividades productivas y condiciones ambientales de la comunidad.

Con respecto a la actividad agrícola, los productores locales tienen un amplio conocimiento sobre el manejo de los cultivos, en este caso el maíz y la avena, principalmente. **Se sigue practicando una agricultura de tipo tradicional**, aunque con algunos cambios importantes con respecto a la agricultura que practicaban hace unos 40 años antes. Las semillas que utilizan son criollas. Se sigue utilizando la yunta de bueyes para realizar las labores de cultivo (desde el barbecho hasta la segunda escarda). Además los animales también son utilizados para el transporte de aperos de labranza y el producto de la cosecha (rastreo y maíz, avena), y en la actividad forestal para transportar troncos de madera (trozos). Sin embargo hay aspectos que han cambiado en las últimas décadas, y que dan como resultado un sistema de manejo tradicional “modificado”. Los cambios principales se refieren al objetivo de la producción, ya que actualmente los cultivos se destinan para autoconsumo (tanto humana como de animales de trabajo) casi

exclusivamente¹¹⁵, así como a cambios en el sistema tradicional como la introducción del uso de fertilizantes (que lleva algunas décadas) y la labranza primaria o “barbecho” con tractor (más reciente), al menos por una parte de los productores. Se trata entonces de uso de tecnología mixta, tradicional y moderna.

En cuanto al aprovechamiento forestal, por el número de talleres que trabajan la madera, se deduce que la principal fuente de ingreso de la comunidad es el aprovechamiento forestal, el que consiste fundamentalmente en la extracción de madera para elaboración de muebles y artesanías. Sin embargo actualmente la comunidad se encuentra en un momento crítico por falta de una adecuada organización que los unifique y les permita tomar decisiones consensuadas sobre acciones de combate a la degradación forestal causada por la deforestación. Se considera urgente que se desarrolle un programa amplio de educación ambiental, involucrando a jóvenes y niños. Asimismo se requiere de una buena organización para realizar acciones de corto plazo, como la reforestación y la capacitación participativa para el manejo sostenible de la tierra, que en mediano plazo contribuyan a revertir la DT.

Percepción local de la DT

Existen ciertas diferencias, pero también coincidencias, entre las percepciones de jóvenes y de adultos. En general los jóvenes tienen más conocimientos técnicos derivados de la educación formal y por tanto mayor visión sobre las implicaciones regionales y globales de la DT, mientras que los adultos poseen más conocimientos prácticos relativos a los recursos de la tierra así como sobre el manejo y aprovechamiento de los mismos.

Para los jóvenes el bosque se encuentra muy deteriorado principalmente por la **falta de empleos** alternativos y por la “falta de conciencia ambiental”. Saben también que en la “deforestación” participa mucha gente debido a que es su fuente de ingresos. La “falta de conciencia”, sin embargo, es una apreciación contradictoria ya que la mayoría de ellos muestra conocer la situación y causas de la deforestación.

¹¹⁵ Como ya se mencionó en capítulos anteriores, en décadas pasadas la cosecha se destinaba tanto al autoconsumo como a la venta. Se debe considerar que las tierras producían más, la región se abastecía principalmente de maíz producido localmente y por lo tanto los precios eran buenos, y más aún, los predios manejados eran más amplios.

Los jóvenes perciben que las tierras agrícolas se encuentran degradadas debido principalmente al uso (aplicación) de fertilizantes sintéticos y por un manejo inadecuado. Consideran que para conservarlas o mejorarlas es necesario que se haga un manejo apropiado a través de prácticas conservacionistas como la rotación de cultivos y el “descanso” de la tierra. Ellos también perciben que “todos los años es lo mismo”, sin ningún tipo de mejoramiento, por el contrario, ven que cada año los rendimientos son menores, a menos que se utilicen fertilizantes, los cuales cada día son más caros, pero el trabajo humano es el mismo y por lo tanto representa un trabajo con productividad decreciente.

Se encontró también que los jóvenes perciben impactos de la DT tanto al nivel **ambiental** como en la dimensión **socioeconómica**. Al respecto, el nivel de educación formal sí influye sobre la percepción diferenciada de la DT entre jóvenes y adultos. Los jóvenes, que tienen mayor nivel de escolaridad, manifiestan una percepción más holística que los adultos. Por su parte, los adultos consideran que las tierras de monte se encuentran deterioradas, pero no tanto como las tierras agrícolas, las cuales para ellos están muy degradadas. **Las percepciones de jóvenes y adultos se pueden considerar complementarias**. Para los jóvenes el bosque está fuertemente degradado, mientras que para los adultos las tierras forestales se están degradando por efecto de la deforestación.

Los productores (adultos) utilizan el rendimiento y la necesidad de fertilizantes como principales **indicadores de la DT en tierras agrícolas**. Como efectos negativos por el uso de fertilizantes en tierras agrícolas resaltan la creciente dependencia de los cultivos a la aplicación de ese insumo y a una menor calidad en el producto (en este caso el grano de maíz). Estos son aspectos que afectan directamente a sus bolsillos (recursos monetarios).

Cuando se habla de calidad de las tierras, en su gran mayoría los agricultores señalan que por su calidad las clases de tierra se encuentran más ampliamente en dos parajes: *corrientes* en *Huanájtakurini* (ladera chica), mientras que las tierras *buenas* en *Andárhukurani* (ladera grande o “al filo de la cuesta”). En el primero los suelos se ubican entre las *tierras frías*, son menos profundos y fueron expuestos a deslave durante varios años de labor continua. En tanto, en el segundo, ubicado entre las *tierras calientes*, aunque son terrenos de ladera, son más profundos y se ubican en sitios normales en cuanto a su

drenaje superficial (reciben y donan escurrimientos). No obstante, también se pueden encontrar variaciones en calidad de tierras, a un nivel de diferenciación más detallado, dentro de los parajes.

Entre las causas de la DT que perciben los adultos resalta el **manejo inadecuado de las tierras**, e incluyen la deforestación, el uso intensivo (año con año) de la tierra, la escasa aplicación de prácticas de conservación, y el uso de fertilizantes. La pendiente de los terrenos es un factor biofísico también considerado como causa de la DT ya que contribuye a la erosión o *deslave* de tierras. En este sentido se puede decir que, **desde la percepción de los adultos, las causas son más de tipo socioeconómico y cultural** que de tipo biofísico, o tecnológico, lo cual corrobora una parte de la hipótesis.

Los adultos muestran una percepción bastante amplia (e integral) sobre los impactos de la DT en los niveles ambiental, comunitario y familiar. De acuerdo a ellos, la causa primaria que genera todos estos impactos es la **deforestación**. Sin embargo, en general la percepción de causas de la DT de los adultos se circunscribe a lo local, esto es, **perciben las causas directas pero no las subyacentes**. Solo algunos (que han tenido más contacto externo, o que tienen alguna formación académica consideran que existen otras causas de la DT que tienen que ver con el sistema de gobierno y el sistema económico que nos rige como país.

Sin embargo no refieren algún impacto de la DT/deforestación sobre la disponibilidad de forrajes para los animales de trabajo y el ganado. Parece ser que hay suficiente alimento para abastecer al ganado, lo cual puede deberse en parte a la buena capacidad de retención de humedad en la tierra y el consecuente crecimiento de herbáceas que sirven de pastos naturales y también a la disponibilidad de esquilmos en las tierras de cultivo.

De acuerdo a los adultos, actualmente la comunidad no cuenta con planes de conservación/restauración de sus bosques, necesarios para garantizar la sostenibilidad del suministro de madera, su materia prima principal, y de los servicios ambientales. Se percibe insuficiente apoyo de los programas oficiales, pero también la falta de organización propia para emprender acciones de mediano y largo plazo en esa materia.

Los jóvenes y adultos están conscientes que están haciendo un daño ambiental al deforestar el escaso recurso que les queda, pero parece que la comunidad no encuentra la

manera de frenar la tala “clandestina”. Pareciera que solo están interesados en sobrevivir el tiempo presente. Solo una parte de los entrevistados muestra un interés profundo en las consecuencias de la DT. Eso sí, todos mencionan que la alternativa es la reforestación e incluso muchos están dispuestos a participar en actividades de restauración, pero se detienen cuando se toca el punto de organización. En las entrevistas apenas y se menciona la falta de una organización sólida la cual parece ser clave para lograr consensos al interior de la comunidad. Esto confirma la hipótesis en el mismo sentido que lo arriba mencionado.

Los productores utilizan indicadores de tipo cualitativo para estimar la DT comparando el estado de conservación/degradación entre el “antes” y el “ahora”. En el caso de las tierras de uso forestal se emplea como indicador la abundancia de árboles, mientras que en las tierras de uso agrícola se emplean el nivel de rendimiento y el requerimiento de fertilizante (o abono).

Los conflictos entre comuneros por la deforestación (tala de árboles) son mencionados por ambos grupos, jóvenes y adultos, pero no de manera prioritaria aún, lo cual hace suponer que no representa mucho problema, a pesar de que la tala parece ser muy fuerte y constante. Esto puede explicarse por aspectos culturales propios de los purépechas que tienen que ver con la tolerancia a costumbres como el de poder tomar “un poco” de productos de parcelas que no son propias sin que haya un reclamo de por medio. También es probable que no se considere asunto prioritario debido a que todos están involucrados, directa o indirectamente, sobre todo considerando que es una actividad sustantiva para la sobrevivencia y en ella participa mucha gente de la comunidad, prácticamente todo aquel que quiere ya que se considera que “el monte es de todos”.

Aspectos socioeconómicos y culturales relacionados con la DT

Los principales problemas que perciben los jóvenes, y que les atañe de manera directa, son la: **falta de empleos locales**, los vicios (drogadicción, alcoholismo y tabaquismo), así como las dificultades para poder continuar con sus estudios del nivel medio superior y superior.

A pesar de que los actores locales muestran estar conscientes de que la actual organización (para el manejo de los recursos de la tierra) no está funcionando adecuadamente, **los jóvenes no muestran gran interés por tomar la iniciativa en el mejoramiento de la organización comunitaria** o en tomar iniciativas para readecuarla o conformar algún grupo que pueda servir de punta de lanza para la toma de decisiones en torno a la reversión de la DT. Y en cambio sí manifiestan gran interés por participar en acciones directas de reforestación y/o restauración ambiental. Parece haber otros factores (culturales o políticos) que les impide agruparse en torno a un objetivo de restauración de tierras. Es probable que parte de la explicación sea que respetan una jerarquía desde el seno familiar y ello se refleje en dejar que sean los adultos quienes tomen las decisiones a nivel de comunidad.

Un aspecto importante es que la mayoría de los jóvenes indicó que no cuenta con parcelas o potreros (pecuario/forestal) de su “propiedad”. Esto implica que necesariamente deben buscar otras fuentes de ingreso para contribuir al sustento familiar, lo cual significa que “no viven solo de la tierra”. Aunque de momento este es un asunto que no representa mucho problema, será importante que, dado el crecimiento poblacional, lo consideren en el corto y mediano plazo para prevenir por futuro incremento en la presión sobre la tierra.

La mayoría de los jóvenes manifestó haber salido de su comunidad por algún período, lo cual les ha permitido aprender a **valorar su cultura y sus recursos naturales**, así como a ver que pueden existir otras fuentes de empleo diferentes al aprovechamiento del bosque. Pero en ocasiones ese contacto con poblaciones de cultura diferente, nacionales o del extranjero, pueden representar un motivo para menospreciar su propia cultura, lo que se traduce en el rechazo a su lengua materna, a las costumbres y formas de vestir, así como a las formas de trabajo en el campo, lo que se denomina transculturización. Por lo tanto, el contacto con comunidades mestizas o del extranjero puede representar un “arma de doble filo” desde el punto de vista cultural. En este aspecto tiene mucho que ver la influencia de los valores de la cultura dominante.

No obstante, los jóvenes entrevistados manifestaron en su mayoría saber que su cultura es muy importante y que deben valorarla y conservarla, pero perciben que **la tendencia actual es a su transformación o pérdida (de su cultura)** debido a que muchos jóvenes que salen de la comunidad reniegan de ella y no quieren darle continuidad.

Asimismo, los jóvenes observan que hay diferencias en la forma de pensar de ellos y los viejos. En su mayoría piensan que **los viejos son más cuidadosos con su cultura y con los recursos naturales** y que los jóvenes han perdido el respeto a la sabiduría de los viejos. Este reconocimiento por sí representa el respeto hacia los mayores.

La mayoría de los jóvenes manifestó que en el futuro desearía **realizar acciones en torno a la conservación de sus recursos naturales y de su cultura**, y están interesados en que mejore su organización, y que haya más empleos y mejore el nivel de educación. Sin embargo no lo toman como una prioridad en lo inmediato y por lo tanto no parecen interesados en tomar la iniciativa para ello.

Las percepciones de los adultos y de los jóvenes coinciden en que el problema socioeconómico principal en la comunidad es la **falta de empleos**. Ésta misma se menciona como una causa indirecta (subyacente) importante de la deforestación.

Existe un problema añejo sobre linderos de Comachuén con la comunidad de Tingambato. Sin embargo no todos los adultos muestran interés o conocimiento al respecto. Pareciera que lo perciben como un problema ajeno o que no les atañe directamente, o no les parece prioritario, o en el peor de los casos lo dan por perdido. Es otro ejemplo de cómo el aspecto cultural influye en la forma de percibir los problemas de la comunidad.

En el nivel ambiental, para los adultos, uno de los problemas que ha traído la modernidad, a nivel general, es la **generación de basura no biodegradable**. En Comachuén, como en la mayoría de las comunidades no existen en la actualidad sitios especiales para relleno sanitario, por lo que la disposición de basura representa un problema ambiental, sobre todo porque ella se tira en los cauces de ríos temporales (barrancas) para después ser arrastrada aguas abajo. La mayoría manifiesta estar consciente del problema pero no han tomado ninguna iniciativa.

Al igual que los jóvenes, en general **los adultos no muestran mucho interés por mejorar la organización**, incluso no perciben que sea un gran problema. Pareciera que están conformes o simplemente no desean hacer algo por ello, a pesar de que tanto para jóvenes como para adultos, la deforestación es un problema muy fuerte que no se ha

detenido con la aplicación de medidas coercitivas como las multas, pero no muestran mucho interés por resolverlo. Este es otro aspecto cultural que merece una reflexión y propuestas de alternativas más profundas, quizás buscando el convencimiento (por ejemplo mediante educación ambiental) y generando alternativas de empleo locales.

De acuerdo al análisis integrado de la percepción local de este estudio, **la DT a nivel de comunidad se vuelve un círculo vicioso de causa/efecto** que se incrementa de forma espiral, esto es, la deforestación es la causa directa principal de la DT, pero a la vez provee de recursos económicos a la comunidad para que puedan sembrar sus parcelas, lo que significa que indirectamente retroalimenta a la agricultura tradicional “modificada” la cual se percibe que degrada paulatinamente la tierra.

Perspectiva técnica de la DT

La comunidad de Comachuén cuenta con condiciones y recursos excelentes para la silvicultura y para actividades agrícolas que incluyen granos, forrajes y frutales. Estos recursos incluyen: un clima lluvioso, suelos de textura media con baja densidad aparente, y profundos, con alta capacidad de retención de humedad, y con vegetación natural de bosque de pino-encino. No obstante, dadas las condiciones de relieve y clima, **cuando estas tierras son utilizadas para fines agrícolas son expuestas a la degradación** principalmente por pérdida de materia orgánica y por erosión hídrica. La agricultura tradicional de Comachuén actualmente no está garantizando el manejo adecuado de la tierra lo cual ha dado como consecuencia una menor fertilidad, con respecto a un nivel óptimo, y consecuentes menores rendimientos de cultivos, a menos que se apliquen fertilizantes o abonos orgánicos.

La parte de la comunidad considerada como **tierras calientes**, presenta suelos enterrados, o paleosuelos, a diferente profundidad, con capas ricas en materia orgánica y con texturas más arcillosas, y por tanto con mayor capacidad de retención de humedad, lo que los ubica como **suelos/tierras de buena calidad coincidiendo la valoración técnica con la valoración desde el conocimiento local**. La observación de perfiles de suelo en esta clase de tierras denota diferentes épocas de formación de suelos, con climas y vegetación diferentes a los actuales, y evidencias de alta actividad volcánica de la región. La mayor

riqueza de MO y arcilla de estos paleosuelos, además de una temperatura ambiente más cálida (de acuerdo al conocimiento local) explica en parte la categorización de *tierras buenas* que valoran los agricultores para esta área, y además **representan un potencial para la diversificación de cultivos**, particularmente para frutales, o para plantaciones forestales, ya que las raíces profundas bien pueden aprovechar la humedad y los nutrientes presentes en el subsuelo de manera más eficiente que en otras áreas durante todo el año.

En general los suelos de Comachuén son de **buena fertilidad natural**, pero actualmente **presentan degradación principalmente por pérdida de materia orgánica y erosión hídrica**. En los suelos de pendiente moderada a fuerte, particularmente en las *tierras calientes*, hay evidencia de erosión hídrica, en canalillos y en cárcavas someras, y en menor grado pérdida de estructura, que son indicadores de degradación de los suelos, lo que hasta cierto punto se contrapone con la clasificación de *tierras buenas* en esta área desde la clasificación local. No obstante, desde el punto de vista técnico, la valoración de *tierra buena* en su condición actual es relativa, ya que está basada en una comparación entre clases de tierra de la misma localidad. Si se hiciera una valoración absoluta (con base en su fertilidad desde el punto de vista técnico), utilizando parámetros físicos y químicos, es probable que no se clasificaran igual. No obstante, **es posible restablecer su funcionalidad** a través de prácticas que restituyan un nivel apropiado de materia orgánica.

Una diferencia entre los enfoques local y técnico en el estudio del recurso tierra es que el primero se basa en el **comportamiento y las características organolépticas superficiales**, vistas en un período variable de tiempo; mientras que el segundo se basa en la interpretación de las **características y propiedades de perfiles de suelo** (incluyendo el subsuelo), es decir que implica una visión más allá de la capa superficial.

En síntesis, las tierras de Comachuén muestran diversos rasgos que denotan su degradación, entre las que se encuentran: la nula presencia de mantillo en tierras agrícolas, la disminución de materia orgánica del suelo superficial, la presencia de material parental a poca profundidad en algunos sitios, los rendimientos de maíz relativamente bajos, y rasgos de erosión hídrica (canalillos y cárcavas someras) y eólica. Por lo anterior, en su estado actual los suelos se consideran de **mediana calidad**. Sin embargo, es sabido que estos suelos tienen una gran resiliencia, en la que juegan un papel clave las propiedades

de los suelos y la presencia de humedad suficiente, por lo que pueden ser restaurados a través de un manejo adecuado o por medio de una cobertura de vegetación de bosque (por regeneración natural o por reforestación) o utilizando prácticas agroecológicas, en un tiempo relativamente corto.

En cuanto a la cobertura de terreno de la comunidad analizada para los años 1989-2006-2011-2015, ha habido **cambios en las distintas categorías** utilizadas para el análisis y, en términos generales se observó una pérdida de la categoría de “bosque cerrado de pino encino” y ligero aumento de las categorías de “bosque abierto”, el cual consideramos como bosque deteriorado por acción antrópica. No obstante, hay dos **focos amarillos** que corresponden a la categoría de “asentamientos humanos” y a la “agricultura de ladera”. Aunque proporcionalmente las superficies de estos usos son bajos en relación con la superficie total y de otros usos, la primera muestra una tendencia creciente acorde con el crecimiento poblacional y parece dispararse en los últimos años, representando 4.7%, 30,8% y 59.4% de incremento en superficie para los años 1996, 2011 y 2015, respectivamente, todos en relación con al año 1089. El segundo aspecto importante de tomar en cuenta es la tendencia creciente de la categoría de “agricultura de ladera”, la cual se ubica en la vertiente sur del Cerro de La Bandera, en los límites con la comunidad de Tingambato, y justo donde existe un área en litigio. De acuerdo a los productores en esta área se está dando un proceso de reapertura de tierras al cultivo de maíz y en algunos casos al establecimiento de aguacate.

De acuerdo al análisis de cambio de cobertura aquí realizado y considerando los testimonios de los productores, además de algunos datos documentales, en la comunidad de Comachuén **el deterioro forestal ha sido un problema recurrente** y en las fechas de realización de este estudio parecía haber un **equilibrio entre la disponibilidad de madera y las necesidades de la comunidad por su actividad artesanal**. No obstante se considera que el potencial de producción forestal es mucho más alto de lo que actualmente se aprovecha para lo cual tendría que haber un programa de restauración forestal.

La visión integrada (“híbrida”) sobre la DT

Al integrar las perspectivas local y técnica, utilizando como base el esquema DPSIR, se observa que en el **nivel organizacional y socio-cultural** hay consenso en algunos

aspectos como la **deficiente organización**, la cual ubicamos como una causa subyacente de la DT. De igual manera, hay consenso en que existen **conflictos, tanto internos como con otras comunidades, por la tala o “deforestación”**, identificados como impactos al nivel comunidad. En cuanto a respuestas de la comunidad, hay coincidencia en que los agricultores han recurrido a la **diversificación de actividades productivas** y en algunos casos han optado por la **emigración** temporal o permanente. Algunos aspectos son identificados desde la perspectiva técnica pero no desde la percepción local como el contexto económico nacional, el bajo nivel escolar (de educación formal), sobre todo en adultos, así como la desinformación sobre aspectos macroeconómicos y de la vida política nacional. A todo esto se suma un rasgo socio-cultural de las comunidades purépechas en general que denominamos aquí **cultura del conformismo**, porque esa actitud pasiva y tolerante conduce a la aceptación de las circunstancias y condiciones de vida y a no tomar acciones acordes con su percepción sobre la tierra y el bosque.

Con relación a la **actividad agrícola**, como única **causa subyacente** se identifica al **manejo inadecuado de la tierra**, mientras que la **erosión** o “deslave de la tierra” es considerada como la causa directa principal. Desde la percepción local se considera que los fertilizantes “queman la tierra” y además que existen diversos fenómenos hidrometeorológicos que afectan los cultivos. La perspectiva técnica plantea que el monocultivo gramínea-gramínea (maíz-avena) contribuye al deterioro de la tierra. Hay consenso en que las tierras se encuentran deterioradas en su mayor parte. Desde la perspectiva local, además, se plantea que los costos de producción de cultivos son elevados. La perspectiva técnica plantea como problema la alta presencia de arvenses no deseadas (“malezas”) y presencia de plagas y enfermedades emergentes en tierras de cultivo, en tanto que **desde la percepción local las arvenses, plagas y enfermedades no representan una preocupación**, de igual manera algunos productores piensan que la tuza, más que plaga es **parte de la naturaleza (agroecosistema)**, lo cual es más compatible con un pensamiento agroecológico, En cuanto a los impactos hay coincidencia en que **las tierras pierden gradualmente su calidad/fertilidad** dando como resultado bajos rendimientos si no se aplican fertilizantes o abonos orgánicos. En cuanto a las respuestas, hay consenso en que se depende de la aplicación de fertilizantes para obtener cosechas y que a nivel comunidad optan por priorizar el **autoconsumo** de maíz. También se coincide en que el **descanso de la tierra** es utilizado para recuperar la calidad de la tierra. Desde la percepción local se menciona que algunas tierras son “abandonadas”

cuando ya son improductivas. Y desde la perspectiva técnica se indica que **pocos agricultores realizan prácticas de conservación** de agua y suelo, incluyendo la aplicación de abonos orgánicos a sus cultivos.

Con relación a la **actividad forestal**, se coincide en la **falta un plan de manejo forestal** como causa subyacente de la DT. Desde la percepción local, además, se menciona con énfasis la **falta de empleos alternativos** a la agricultura y explotación del bosque, agregando la falta de conciencia ambiental. En cuanto a los factores de presión o causas directas de la DT se ubican tres aspectos muy relacionados que son; la **“deforestación”** o tala sin control, **incentivada por la falta de acuerdos y reglas comunitarias efectivas sobre el manejo del bosque**, y el aumento de la población que a su vez influye en una mayor demanda de madera del bosque y también de alimentos de las tierras agrícolas. Se coincide en que **el bosque/monte se encuentra muy deteriorado**.

Desde la percepción local, además, se indica que la mayoría de las tierras de monte se encuentran deterioradas y algunas todavía de buena calidad, mientras que desde la perspectiva técnica se observa que ha habido una **extracción selectiva de especies**, en este caso de pinos, dando como resultado un proceso de “encinización”, existiendo además escaso “bosque maduro”. En cuanto a los impactos, ambas perspectivas coinciden en que existen conflictos tanto internos como externos derivados de la “deforestación”. Desde la percepción local, además, se identifican diversos impactos como son la disminución de la infiltración del agua en las tierras de monte y por tanto hay disminución del caudal de los manantiales. También señalan que hay menos árboles, lo que provoca que los vientos sean más fuertes, además de que hay menos madera, leña y recursos naturales en general, incluyendo fauna y plantas medicinales. Pero indican que el impacto central es que **la “deforestación” afecta la principal fuente de trabajo**, con lo que se tienen menores ingresos en las unidades familiares, por lo que perciben que esto puede generar mayor emigración y problemas sociales como la drogadicción. Por otra parte, desde la perspectiva técnica se observa que al haber un deterioro forestal y escasos árboles maduros las artesanías se elaboran con madera “tierna” lo que da como resultado productos de menor calidad repercutiendo ello en su bajo precio. En cuanto a la respuesta, ambas perspectivas coinciden que **la comunidad no ha podido organizarse de manera adecuada** en torno al control efectivo de la “deforestación”. Los productores señalan que ha habido programas en pro de la conservación/restauración del bosque y de la tierra pero

que no son continuos y muchas veces son para unos cuantos. Desde la perspectiva técnica se observa que existen escasas acciones para la restauración del bosque.

A manera de resumen, hay aportes importantes desde las dos perspectivas local y técnica sobre las causas, impactos y respuestas sobre la DT en la comunidad. **La perspectiva técnica hace más énfasis en el nivel organizacional y socio-cultural**, mientras que **la percepción local aporta detalles más finos al nivel impactos tanto al nivel comunidad como al nivel familiar** y del recurso tierra. Lo anterior es lógico tomando en cuenta que la percepción parte de un contacto cotidiano con el manejo de la tierra y del bosque mientras que la perspectiva técnica involucra observaciones de campo pero también un conocimiento básico sobre el contexto socioeconómico al nivel nacional. Se puede concluir que existe una **complementariedad de perspectivas** en el análisis y explicación del fenómeno de la DT al nivel local, lo cual muestra la pertinencia de **hibridación de conocimientos** cuando se aborda un fenómeno complejo como la DT.

Identificación de alternativas a la DT – perspectivas local y técnica

Desde la perspectiva local, los jóvenes consideran que no hay alternativas actuales a la deforestación ya que éste es un **problema difícil de resolver**. Nuevamente aparece el desinterés, como aspecto cultural, ya que ellos mencionan estar conscientes de los impactos negativos de la deforestación, **pero no parecen reflexionar mucho acerca de cómo detener o revertir el problema, mucho menos en tomar acciones**. Asimismo, los jóvenes plantean que las alternativas prioritarias son; la **creación de fuentes de empleo locales**, el desarrollo de una **organización adecuada** para la restauración del bosque, y la **sensibilización** de las personas sobre temas ambientales. Para ellos, la **comunidad en conjunto con las autoridades** locales son quienes deben tomar la iniciativa en las acciones de planificación para la restauración del bosque.

Entre los planteamientos específicos, por jóvenes y adultos, para revertir la DT en tierras agrícolas está el **retorno a las prácticas agrícolas tradicionales** y otras prácticas conservacionistas. Ha habido contados programas de conservación/restauración de tierras. El único programa que recuerdan los productores es el del Proyecto Río Balsas (1960), el cual refieren incluyó la construcción de cepas en tierras de ladera y la

reforestación en tierras deterioradas. Sin embargo el proyecto no fue continuado por los agricultores. La percepción generalizada es que los programas no se aplican a toda la comunidad, lo cual contribuye a la desconfianza y el divisionismo entre ellos.

Ante esta situación, y desde la perspectiva técnica, se considera necesario emprender acciones de educación ambiental donde se resalte la importancia del **bosque como patrimonio comunitario**, el cual actualmente está siendo socavado, pero que **puede darles sustento indefinidamente siempre y cuando lo manejen de manera adecuada (sostenible)**. Además, es recomendable que la comunidad aplique un estrategia más efectiva para quienes infrinjan las reglas de la comunidad, particularmente en el tema de la “tala” y que en lugar de aplicar “castigos” se apliquen **sanciones que contribuyan a la rehabilitación o toma de conciencia** de los infractores, por ejemplo con la reparación del daño a través de actividades de reforestación de las tierras afectadas. No es una tarea fácil, pero se podría comenzar por las áreas más degradadas.

Asimismo, desde la perspectiva técnica se plantea el desarrollo de un **plan general de restauración ambiental** el cual incluya las siguientes **etapas**: (1) Educación ambiental, con énfasis en el valor funcional, económico y cultural de los recursos naturales; (2) Identificación y/o generación de fuentes de empleo; (3) Revalorización de la identidad cultural, como comunidad y como personas; (4) Identificación de líderes locales y consenso de objetivos; (5) Identificación de las áreas prioritarias para restauración; (6) Planificación de acciones a mediano y largo plazo; (7) Identificación de fuentes de financiamiento y propuesta de proyectos específicos; (8) Implementación de acciones de restauración, y; (9) Seguimiento y valoración de avances.

La educación ambiental es necesaria para la sensibilización a diferentes niveles en la comunidad y es un requisito para el involucramiento adecuado de la comunidad en los planes y acciones de restauración. La revalorización de la identidad cultural puede ser un ingrediente muy importante para mejorar la cohesión de la comunidad. La identificación de líderes y consenso de objetivos debe ser una de las tareas más importantes para el logro de objetivos consensuados. Ellos pueden conformar el grupo promotor de la restauración de tierras. La planificación consiste en establecer las acciones a desarrollar a corto, mediano y largo plazo, para restaurar las tierras, forestales y agrícolas, involucrando a la mayor parte de la comunidad. La identificación de fuentes de financiamiento es una tarea

que recaerá en los líderes, para lo cual deben establecerse reglas claras en la toma de las decisiones y en el manejo de los recursos financieros, así como del cumplimiento de metas y transparencia de la información. Se podrá recurrir a experiencias exitosas de otras comunidades para adaptar reglas que han mostrado funcionalidad. La implementación de actividades de restauración será una etapa medular de esta propuesta y podrá consistir de acciones como: a) Creación de un vivero forestal comunitario, b) Reforestación en áreas comunales con participación no remunerada (faenas o tequios), c) Reforestación con mano de obra remunerada (creación de empleos), d) Implementación de prácticas de conservación de suelo y agua (con incentivos).

Asimismo, se considera prioritario restaurar la cobertura vegetal principalmente en las áreas con relictos de bosque, pero también en todos los cauces de corrientes de agua temporales (“barrancas”). Esto permitirá a su vez la restauración gradual de los ecosistemas y sus funciones. Además de fomentar el mejoramiento del nivel de la materia orgánica del suelo, es conveniente mejorar el manejo de la humedad en las tierras de cultivo, desde el “barbecho”. Como última de este proceso se considera conveniente realizar un seguimiento y valoración de avances, lo que eventualmente permitirá readecuar lo que sea necesario.

Perspectivas (escenarios) sobre la problemática socio-ambiental y productiva de Comachuén

A partir de los resultados y discusión de este trabajo, y partiendo de algunas preguntas clave, que consideramos pertinentes para el tema central que es la DT, podemos plantear al menos tres escenarios:

Preguntas clave

¿Qué problemas socio-ambientales se esperan en la comunidad en los próximos años?

¿Cómo resolverán el problema de organización deficientes de la comunidad?

¿Qué acciones desarrollarán para revertir los efectos de la DT?

Escenario 1. Optimista

- La organización comunal será restablecida y se retomará el manejo comunal de la tierra. Se respetarán las reglas de uso tradicionales.
- Llegarán a acuerdos en el manejo sustentable de la tierra que promoverá el uso de acuerdo a la aptitud, y se impulsará el uso de tecnologías agroecológicas. Muchos jóvenes se verán involucrados en estas acciones.
- El litigio con Tingambato se resolverá favorablemente para ambas partes.
- Se generarán fuentes de empleo locales y disminuirá la emigración.
- Habrá una mayor conciencia entre los jóvenes para respetar la comunidad.
- Se reforzarán acciones para “aumentar” la autovaloración étnica.
- Se comenzará a revertir la DT: influyendo en aumento de rendimientos, más superficie forestal, se tenderá al autoabasto en cuanto a madera.
- Se diversificarán los usos del bosque: hongos, plantas medicinales, leña, etc.

Escenario 2. Pesimista

- La organización comunal no será restablecida ni se retomará el manejo comunal de la tierra. Las reglas de uso tradicionales de la tierra serán más frágiles.
- No habrá acuerdos en el manejo sustentable de la tierra, y los jóvenes no mostrarán interés por las tecnologías agroecológicas por lo que éstas se ejecutarán por unos cuantos productores.
- El litigio con Tingambato se resolverá a favor de ésta.

- No se generarán fuentes de empleo locales y aumentará la emigración.
- Empeorará la actitud de los jóvenes desacatando las reglas comunales de uso de la tierra y la deforestación continuará aumentando.
- No habrá acciones para “aumentar” la autovaloración étnica.
- La DT tenderá a empeorar implicando: con menores rendimientos, menos madera, menos agua, menos leña, mayor presión sobre el bosque.
- Aparecerán conflictos internos por la propiedad y los productos de la tierra.

Escenario 3. “Realista”

- La organización comunal será restablecida a mediano plazo y se retomará el manejo comunal de la tierra. Se respetarán nuevamente las reglas tradicionales de uso de la tierra, pero implicará un arduo trabajo previo de líderes locales, jóvenes y ONG’s e instituciones académicas comprometidas con el desarrollo rural.
- Llegarán a acuerdos en el manejo sustentable de la tierra que promoverá el uso de acuerdo a la aptitud, y se impulsará el uso de tecnologías agroecológicas, todo lo cual se desarrollará paulatinamente. Implicará aciertos y errores. Muchos jóvenes se verán involucrados en estas acciones.
- El litigio con Tingambato se resolverá favorablemente para ambas partes, y la comunidad hará un uso adecuado de las tierras reconocidas legalmente. Costará mucho trabajo y esfuerzo pero contará con el apoyo de otras comunidades. Los líderes locales se unirán en torno a esto y servirá de factor de cohesión interna.
- Se generarán fuentes de empleo locales y disminuirá la emigración. A mediano plazo se irán diversificando las actividades productivas, tanto del sector primario como del secundario. Comenzarán a surgir actividades del sector terciario para captar a varios jóvenes.
- Habrá una mayor conciencia entre los jóvenes para respetar la cultura de su comunidad y al medio ambiente. Habrá un grupo destacado de jóvenes que fomentará el cuidado del medio ambiente, contribuyendo a prevenir la DT.
- Se reforzarán acciones para “aumentar” la autovaloración étnica. A través de involucrar instituciones culturales externas que promoverán el autoanálisis y la autovalorización como pueblo indígena.

- Se comenzará a revertir la DT: con aumento de rendimientos, más superficie forestal, se tenderá al autoabasto en cuanto a madera. Se diversificarán los productos agrícolas (leguminosas, frutales, hortalizas de huerto familiar, hierbas de olor y medicinales, hongos) y una alta proporción de los agricultores adoptarán tecnologías agroecológicas.
- Se revalorará el uso y conservación de los maíces criollos. Los agricultores tradicionales serán reconocidos y apoyados económicamente.
- Se diversificarán los usos no maderables del bosque (hongos, plantas medicinales, leña, artesanías, etc).
- Habrá iniciativas para atraer el turismo hacia la comunidad incluyendo actividades sobre la cultura tradicional y ecoturísticas.
- Más jóvenes saldrán a realizar estudios en área afines a las actividades productivas de la comunidad.

Recomendaciones

En el aspecto organizativo, se considera conveniente que se conforme un grupo de personas sensibilizadas y preparadas en aspectos políticos, ambientales, tecnológicos y administrativos, que lideren propuestas de acción. Aunado a ello, debería haber un período previo de sensibilización a través de talleres de educación ambiental, y de búsqueda de alternativas de empleos, así como talleres de capacitación sobre tecnologías agroecológicas y agroforestales, involucrando a jóvenes y adultos, en conjunto con las autoridades agrarias y de toma de decisiones (representantes, asambleas, etc.), tal como los plantean ellos mismos.

Con el propósito de hacer más productiva la tierra, pero a la vez iniciar con un **plan de conservación/restauración**, se recomienda realizar los siguientes **estudios técnicos**: (1) Monitoreo de cambios en propiedades de los suelos relacionadas con la fertilidad (MO, pH, nutrimentos, etc.) así como otras que regulan la humedad y la aireación (textura, estructura y compactación). Estos estudios son importantes porque ayudarán a dar certeza de los aspectos técnicos en el manejo de la fertilidad del suelo; (2) Evaluación de aptitud de uso de la tierra (participativo) y ubicación de áreas prioritarias de restauración y conservación (ordenamiento). Con esta evaluación se podría hacer una mejor

planificación del uso del territorio de acuerdo a las aptitudes de la tierra y a los objetivos de la comunidad; (3) Evaluación de eficiencia de abonos orgánicos (compostas, biofertilizantes, abonos verdes, abonos líquidos). Es importante saber con precisión cuál es la calidad y efectividad biológica de los abonos orgánicos para que de este modo se puedan recomendar los tipos y cantidades más apropiados de acuerdo a las condiciones de la comunidad; (4) Si parte del problema del desarrollo de plántulas de maíz es la humedad del suelo, se recomienda experimentar con la siembra más profunda, por ejemplo en lugar de 10 cm pueden ser 15 cm de profundidad, con el propósito de aprovechar mejor la humedad la cual aumenta con la profundidad del suelo; (5) Evaluación de cultivo de frutales en *tierras calientes*, incluyendo sistemas agroforestales. Los frutales parecen ser una buena alternativa para esas tierras, las cuales se clasifican como *tierras buenas*, para lo cual se requiere realizar algunas pruebas experimentales en campo que demuestren su viabilidad.

Sobre el recurso forestal, sería conveniente realizar un **inventario forestal** y un **análisis de cobertura más detallado** para entender con mayor precisión y profundidad la dinámica de cambios de cobertura y de composición del recurso forestal, incluyendo plantas y animales, ya que el análisis de cambio de cobertura realizado en este estudio no fue suficiente para responder algunas preguntas sobre la degradación forestal. En todo caso se trata de un primer acercamiento y por lo tanto se considera necesario un estudio más detallado.

Otras acciones concretas que requieren cierto nivel de consenso en la comunidad, así como capacitación y promoción, incluyen: (6) Plan de reforestación de tierras degradadas, iniciando con la instalación de un vivero forestal comunitario, vinculado a un plan de educación ambiental. Se parte de la percepción generalizada de que la reforestación es la opción prioritaria para revertir la DT; (7) Construcción de cepas y surcos a nivel, incluyendo bordos y cercos vivos. Son algunas de las prácticas de conservación de suelo y agua que pueden ser desarrolladas con poca inversión de recursos y con grandes beneficios, y; (8) Restauración de riberas de cauces de arroyos temporales (barrancas). Se puede lograr mediante la instalación de trampas de agua y de reforzamiento de la vegetación de galería que permanece como remanente, particularmente con especies nativas de la región (encinos, capulines, tejocotes, etc.).

REFERENCIAS

- Abraham, E.M. y G. B. Beekman (Eds). 2006. Indicadores de la desertificación para América del Sur: Recopilación y armonización de indicadores y puntos de referencia de la desertificación a ser utilizados en el programa Combate a la Desertificación y Mitigación de los efectos de la sequía en América del Sur. BID-IICA-Gobierno de Japón. Mendoza, Argentina. 374pp.
- Abraham, E.M., E. Montaña y L. M. Torres. 2006. Desertificación e indicadores: posibilidades de medición integrada de fenómenos complejos. *Scripta Nova* (Barcelona) 10: 214 (s/p) < <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-214.htm> > [ISSN: 1138-9788]
- Abraham, E. M. y L. M. Torres. 2007. Estado del arte en el uso de indicadores y puntos de referencia en la lucha contra la desertificación y la sequía en América Latina y el Caribe: *Interciencia* [en línea] 32(012): [citado 2010-04-22]. url: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=33913505>. ISSN 0378-1844
- Acosta-Mireles, M., Carrillo-Anzures, F., y Díaz-Lavariega, M. 2009. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *TERRA Lationamericana*, 27(2), 105–114. url: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n2/v27n2a3.pdf>
- Acton, D. F. y L. J. Gregorich (eds.). 1995. The health of our soils: towards sustainable agriculture in Canada. Publication 1906/E. Centre for Land and Biological Resources Research, Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada.
- Adeel, Z. 2008. Findings of the global desertification assessment by the Millennium Ecosystem Assessment – A perspective for better managing scientific knowledge. P. 677-685. In: C. Lee and T. Schaaf (eds.), *The Future of Drylands*. UNESCO.
- Agudelo, C. A., B. Rivera, J. Tapasco y R. D. Estrada. 2002. Relaciones entre pobreza rural y deterioro ambiental en una zona de ladera de la región andina en Colombia. V Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios (IESA-AL V). Florianópolis, Brasil; Mayo 20-23 del 2002. 10 pp.
- Aguilera, S.M., G. Borie, P. Peirano, and G. Galindo. 1997. Organic matter in volcanic soils in Chile: chemical and biochemical characterization. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 28: 899-912.
- Aguirre G, j. A. y M. L. García L. 2012. Selección para el mejoramiento de maíz criollo. Manual de capacitación. Folleto para productores No. 4. INIFAP, Celaya, Gto.
- Agyemang, I. 2012. Assessing the driving forces of environmental degradation in Northern Ghana: Community truthing approach, *African Journal of History and Culture*, 4(4): 59–68.
- Agyemang, I., A. McDonald y S. Carver. 2007. Application of the DPSIR framework to Environmental degradation assessment in northern Ghana. *Natural Resources Forum* 31(3): 212–225.
- Alarcón-Cháires, P. 2001. Ecología y transformación campesina en la Meseta P'urhépecha. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 269 pp.
- Alcalá de Jesús, M., C. A. Ortiz-Solorio y C. Gutiérrez-Castorena. 2001. Clasificación de suelos de la Meseta Tarasca, Michoacán. *Terra* 19: 227-239.
- Alcalá de Jesús, M., C. Hidalgo M. y C. Gutiérrez-Castorena. 2009. Mineralogía y retención de fosfatos en Andisoles. *Terra Latinoamericana* 27: 275-286.

- Alejandre F., M. A. 2010. Rentabilidad de la producción agropecuaria en la meseta purhépecha, Michoacán, México. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agrobiología, UMSNH, Uruapan, Michoacán.
- Alimonda, H. 2002. Introducción, política, ecología y naturaleza. *En publicación: Ecología Política. Naturaleza, sociedad y utopía*. Héctor Alimonda *et al.* (Compilador). CLACSO.
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/ecologia/ecologia.html>
- Álvarez, A. y P. Vega. 2009. Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. *Revista de Psicodidáctica* 14(2): 245-260. URL: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/175/17512724006.pdf>
- Álvarez-Icaza, P., G. Cervera, C. Garibay, P. Gutiérrez y F. Rosete. 1993. Los umbrales del deterioro: la dimensión ambiental de un desarrollo desigual en la región purhépecha, México. PAIR-UNAM-Fundación Fiedrich Ebert Stiftung. 274 p.
- Arbelo, C. D., A. Rodríguez R., J. L. Mora, J. A. Guerra y C. M. Armas. 2003. Pérdidas de carbono orgánico por erosión en Andosoles forestales de las Islas Canarias. *Edafología* 10(2): 221-227.
- Argueta, A. 2016. El diálogo de saberes, una utopía realista. Pp. 119-136 En: Freddy Delgado y Stephan Rist (eds) *Ciencias, diálogo de saberes y transdiscipliniedad. Aportes teórico metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo*. AGRUCO. La Paz, Bolivia. ISBN: 978-99954-1-728-4, url:
<http://www.crim.unam.mx/patrimoniobiocultural/sites/default/files/PL7.pdf>
- Argueta, A. y A. Castilleja. 2008. El agua entre los p'urhépecha de Michoacán. *Cultura y Representaciones Sociales* 3(5): 64-87, url:
<http://www.culturayrs.org.mx/revista/num5/Argueta.pdf>.
- Aridnet. 2009. Noticias de ARIDnet/ARIDnet news 1(1-4). Enero. url:
<http://www.biology.duke.edu/aridnet/>
- Arroyo L., M. C., M. Gallardo V. y J. González T. 2001. El cultivo de maíz en la meseta purhépecha. Centro de Investigaciones Regional del Pacifico Centro, Campo Experimental Morelia, INIFAP. Desplegable para productores Núm. 1. 2 h. url:
https://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Michoacan/44michoacan.pdf
- Ayala O., D. A. y H. R. Guerrero G. R. 2009. Análisis comparativo de prácticas agrícolas sustentables en comunidades campesinas e indígenas de la Meseta Purhépecha. *Revibec: revista de la Red Iberoamericana de Economía Ecológica* V(13). p. 29-39 ISSN 1390-2776. url: http://www.redibec.org/IVO/rev13_03.pdf
- Baartman JEM, van Lynden GW, Reed MS, Ritsema CJ, Hessel R (2007) Desertification and land degradation: origins, processes and solutions. A literature review. DESIRE Report 4. ISRIC, Netherlands. 100 pp. url:
www.desire-project.eu
- Bai, Z. G., D. L. Dent, L. Olsson & M. E. Schaepman. 2008. Proxy global assessment of land degradation. *Soil Use and Management* 24: 223–234.
- Bai, Z. G., J. G. Conijn, P. S. Bindraban y B. Rutgers. 2012. Global changes of remotely sensed greenness and simulated biomass production since 1981: Towards mapping global soil degradation, ISRIC Report 2012/02, Wageningen, the Netherlands.
- Bai, Z. y D. Dent. 2009. Recent land degradation and improvement in China. *Ambio* 38(3): 150-156.

- Baldwin, K. R. 2006. Soil quality considerations for organic farmers. Center for Environmental Farming Systems. Organic Production Publication Series. North Carolina Cooperative Extension Service. 13 p.
- Balvanera, P., H. Cotler *et al.* 2009. Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en *Capital Natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. CONABIO, México, pp. 185-245.
- Baquero, I., H. Méndez, B. Arcila, F. Cardozo, C. López, F. Acevedo, J. R. Galindo & D. Herrera. 2003. Relaciones entre Pobreza Rural y Deterioro Ambiental en la Zona Árida del Patía, Colombia. p. 85-106. *En*: G. Escobar (Ed.) *Pobreza y Deterioro Ambiental en América Latina*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). México. url: <http://www.rimisp.cl/getdoc.php?docid=857>
- Barrera-Bassols, N., J. A. Zinck y E. van Ranst. 2006. Local soil classification and comparison of indigenous and technical soil maps in a Mesoamerican community using spatial analysis: *Geoderma* 135: 140-162.
- Barrera-Bassols, N., M. Astier, y O. Quetzalcóatl. 2009. El concepto "tierra" y el maíz en San Francisco Pichátaro, Michoacán. CONABIO. *Biodiversitas*, 87:1-6.
- Barrientos, D. L., B. A. Montenegro y N. I. Pino. 2002. Evaluación de la fijación simbiótica de nitrógeno de *Lupinus albus* y *L. angustifolius* en un andisol vilcun del sur de Chile. *Terra Lat.* (20):001.
- Barrios, E., R. J. Delve, M. Bekunda, J. Mowo, J. Agunda, J. Ramisch, M. T. Trejo y R. J. Thomas. 2006. Indicators of soil quality: A South-South development of a methodological guide for linking local and technical knowledge. *Geoderma* 135:248-259.
- Bastidas, M., F. Pérez, J. Torres, G. Escobar, A. Arango y F. Peñaranda. 2009. El diálogo de saberes como posición humana frente al otro: referente ontológico y pedagógico en la educación para la salud. *Invest Educ Enferm* 27(1):104-111.
- Bastin, G.N., G. Pickup, V.H. Chewings y G. Pearce. 1993. Land degradation assessment in central Australia using a grazing gradient method. *Rangel. J.* 15(2): 190-216
- Battini, F., M. Grønlund, M. Agnolucci, M. Giovannetti e I. Jakobsen. 2017. Facilitation of phosphorus uptake in maize plants by mycorrhizosphere bacteria. *Scientific Reports* 7:4686. doi:10.1038/s41598-017-04959-0.
- Beinroth, F. H., H. Eswaran & P.F. Reich. 2001. Global assessment of land quality. Pp 569-574 *In* D. E. Scout *et al.* (eds.) *Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting*. May 24-29 1999. Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.
- Bekele, W. y L. Drake. 2003. Soil and water conservation decision behavior of subsistence farmers in the Eastern Highlands of Ethiopia: a case study of the Hunde-Lafto area. *Ecological Economics* 46(3): 437-451.
- Beshah, T. 2003. Understanding farmers: explaining soil and water conservation, Wholaita and wello, Ethiopia. Ph. D. Thesis. Wageningen University and Research Centre. 245 p.
- Blaikie, P. y H. Brookfield, 1987. *Land degradation and society*, Methuen and Co. Ltd., London. 292 p.
- Blaikie, P., K. Brown, M. Stocking, L. Tang, P. Dixon y P. Sillitoe. 1997. Knowledge in action: Local knowledge as a development resource and barriers to its incorporation in natural resource research and development. *Agricultural Systems* 55(2): 217-237.

- Bloom, D. E. y D. Canning. 2000. The health and wealth of nations. *Science* 287: 1207–8
- Bocco, G., M. Mendoza y O. Masera. 2001. La dinámica del cambio de uso del suelo en Michoacán: una propuesta metodológica para los estudios de deforestación. *Investigaciones Geográficas*, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, México. No. **34**: 18-38.
- Bollo M., M., J. R. Hernández S. y A. P. Méndez L. 2014. The state of the environment in Mexico. *Cent. Eur. J. Geosci.* 6(2):219-228, doi: 10.2478/s13533-012-0172-1.
- Bossio, D., K. Geheb and W. Critchley. 2010. Managing water by managing land: Addressing land degradation to improve water productivity and rural livelihoods. *Agricultural Water Management* **97**: 536-542.
- Botha, J. H. y P. S. Fouche. 2000. An assessment of land degradation in the Northern province from satellite remote sensing and community perception, *South African Geographical Journal*, 82:2, 70-79, doi: 10.1080/03736245.2000.9713695.
- Bowman, B. T. 2003. FAQ - What is soil quality or soil health? Is there a difference between soil quality and soil health? url: http://res2.agr.ca/london/faq/soil-sols_e.htm
- Bravo-Espinosa, M., J. de la L. Sánchez, J.A. Vidales, J. T. Sáenz, J.G. Chávez, S. Madrigal, H. J. Muñoz, L.M. Tapia, G. Orozco, J.J. Alcántar, I. Vidales, E. Venegas. 2009. Impactos ambientales y socioeconómicos del cambio de uso del suelo forestal a hueros de aguacate en Michoacán. Publicación Especial Núm. 2. INIFAP. Campo Experimental Uruapan. Uruapan, Mich.
- Cáceres, P. 2003. Análisis cualitativo de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas*, 1(1): 53-81. url: <http://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/viewFile/3/3> (Recuperado 27 ene 2018).
- Campos C., A., K. Oleschko, L. Cruz H., J. D. Etchevers B. y C. Hidalgo M. 2001. Estimación de alofano y su relación con otros parámetros químicos en Andisoles de montaña del volcán Cofre de Perote. *Terra* **19**: 105-116.
- Cao, S. 2008. Why large-scale afforestation efforts in China have failed to solve the desertification problem. *Environmental Science & Technology* 42:1826–31. url: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es0870597>
- Carrera-Valtierra, A., J. Ron P., A. A. Jiménez C., M. M. Morales R., F. Márques S., Luis Sahagún C., J. J. Sesmas G. y M. Sitt M. 2011. Razas de maíz en Michoacán de Ocampo: su origen, relaciones fitogeográficas y fitogenéticas. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología (COECyT) del Estado de Michoacán, México. 133 p. Fotos.
- Carter, M. B., E. G. Gregorich, D. W. Anderson, J. W. Doran, J. W. y H. H. Janzen. 1997. Concepts of soil quality and their significance. Pp 1- 7 In: E. G. Gregorich and M. R. Carter, eds. *Soil quality for crop production and ecosystem health. Developments in Soil Science* 25. Elsevier, Amsterdam.
- Castilleja G., A. 2011. Sistemas de conocimiento en competencia: un estudio en pueblos purépecha. p. 393-416 En A. Argueta V., E. Corona-M. y P. Hersch (coords). *Saberes colectivos y diálogo de saberes en México*. México: CRIM-UNAM, Universidad Iberoamericana-Puebla Centro INAH-Morelos.
- Castro-Filho, C. T. A. Cochrane, L. D. Norton, J. H. Caviglione, y L. P. Johanssen. 2001. Land degradation assessment: tools and techniques to measuring sediment load. Symposium III. 3rd International Conference on Land Degradation and Meeting of the IUSS. Subcommission C— Soil and Water Conservation. September 17-21, Rio de Janeiro, Brazil.

- CDI, Comisión Nacional para la Atención a los Pueblos Indígenas; www.cdi.gob.mx.
- Cebecauer, T. y J. Hofierka, 2008. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. *Geomorphology* **98**: 187–198.
- Chacón-Sotelo, J. M., A. Velázquez-Martínez y M. A. Musálem. 1998. Comportamiento de la repoblación natural de *Pinus arizonica* Engelm bajo diferentes coberturas. *Madera y Bosques* (4)2: 39-44. url: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/617/61740204.pdf>
- Chamoreau, C. 2005. Dialectología y dinámica: reflexiones a partir del purépecha. TRACE 47. Junio 2005, p. 61-81. CEMCA, México. url: http://www.cemca.org.mx/trace/TRACE_47_PDF/Chamoreau_47_2005.pdf
- Chapela, G. 1988. Aprovechamiento de recursos forestales y desarrollo en los municipios de la Sierra Purépecha, Michoacán. Tesis de maestría en Desarrollo Rural. UAM-Xochimilco, México.
- Chazdon, R. L., P. H. S. Brancalion, L. Laestadius, A. Bennett-Curry, K. Buckingham, C. Kumar, J. Moll-Rocek, I. C. Guimarães-Vieira y S. J. Wilson. 2016. When is a forest a forest? Forest concepts and definitions in the era of forest and landscape restoration. *Ambio* 45(5): 538–550. doi: 10.1007/s13280-016-0772-y
- Cheattho, P. 2009. Land degradation assessment in drylands of Cambodia. p. 39-49 In: R. Im-Erb, Y. Niino, S. Sombatpanit and R. Biancalani (eds.). Proceedings of the regional land degradation assessment in drylands (LADA). Workshop for Southeast Asia. Bangkok, Thailand, 27 – 30 April 2009. RAP Publication 2009/16. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2009. url: <http://www.fao.org/docrep/012/i1067e/i1067e00.htm>
- Chen, S. y P. Rao. 2008. Land degradation monitoring using multi-temporal Landsat TM/ETM data in a transition zone between grassland and cropland of northeast China. *International Journal of Remote Sensing* **29** (7): 2055–2073.
- Chen, Y. y H. Tang. 2005. Desertification in the north China: Background, anthropogenic impacts and failures in combating it. *Land Degradation & Development* **16**: 367–376.
- Clement, F. y J. M. Amezaga. 2008. Linking reforestation policies with land use change in northern Vietnam: Why local factors matter *Geoforum* 39 (2008) 265–277.
- Clement, F., 2006. How do farmers make decisions in a land degradation context? A case study from northern Vietnam. Conference Paper. Sustainable Sloping Lands and Watershed Management Conference 12-15 December 2006 Luang Prabang, Lao PDR.
- COFOM. 2015. Inventario Forestal y de Suelos del Estado de Michoacán (actualización 2014). Comisión Forestal del Estado de Michoacán (COFOM), Gobierno del estado. Morelia, Michoacán. 372 pp.
- Cohen, J.E. 2001. World Population in 2050: Assessing the Projections. Conference on Series-Federal Reserve Bank of Boston 83-113. <http://www.bostonfed.org/economic/conf/conf46/conf46d1.pdf>
- CONAFOR. 2006. Programa nacional de acción contra la degradación de tierras (desertificación) y mitigación de los efectos de la sequía 2007-2030. Comisión Nacional Forestal. México. 245 pp.
- CONAFOR. 2014. Plan para Pueblos Indígenas. Proyecto de bosques y cambio climático. Producto 2. Plan para pueblos indígenas purépechas. Sistema de microcuencas prioritarias “Pátzcuaro-Zirahuén”. url: <http://187.218.230.5/media/library/get/000/666/plan-de-accion-para-pueb.pdf>
- CONAFOR-UACH. 2013. Línea base nacional de degradación de tierras y desertificación. Informe final. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) y

- Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Zapopan, Jalisco, México. url: <http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/degradacion-tierras-desertificacion2.pdf>
- CONAZA. 1994. Plan de acción para combatir la desertificación en México. (PACD-México). Comisión Nacional de Zonas Áridas y Secretaría de Desarrollo Social. 160 pp. Disponible en: <http://www.conaza.gob.mx/index.php/mapa-del-sitio/75?lang=es>
- Cordero R., X. y E. Romero. s.f. Abordaje comunitario y el diálogo de saberes. Experiencias desde la educación superior. Universidad Bolivariana de Venezuela. Sede Zulia. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16563/1/ponencia21.pdf>
- Corral V., V. 2009. Psicología de la sustentabilidad. Un análisis de lo que nos hace pro ecológicos y pro sociales. Ed. Trillas, México. 292 p.
- Crosson, P. R. 1994. Degradation of resources as a threat to sustainable agriculture. Paper prepared for the First World Congress of Professionals in Agronomy. Santiago, Chile, September 5-8.
- Cruz H., L. 1996. Determinación de las formas de nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas de la sierra tarasca Michoacán. (Tesis profesional). Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Veracruzana, Orizaba, Ver. México.
- D'Ambrosio, U. 1999. Las ideas fundamentales de soporte al programa de etnomatemática. Ponencia presentada en el Primer Congreso Internacional de Ethnomathematics que tuvo lugar en la Universidad de Granada España, de 2 a 5 de septiembre el 1998. Disponible en url: <http://vello.sites.uol.com.br/bolivia.htm>
- D'Odorico, P., A. Bhattachan, K. F. Davis, S. Ravi C. W. Runyan. 2013. Global desertification: Drivers and feedbacks. *Adv. Water Resour* 51: 326–344.
- Davies, D. K. 2005. Indigenous knowledge and the desertification debate: problematising expert knowledge in North Africa. *Geoforum* 36: 509–524
- de Graaff, J., A. Amsalu, F. Bodnár, A. Kessler, H. Posthumus y A. Tenge. 2008. Factors influencing adoption and continued use of long-term soil and water conservation measures in five developing countries. *Applied Geography* 28: 271–280.
- de Jong , R., S. de Bruin , Michael Schaepman & David Dent .2011. Quantitative mapping of global land degradation using Earth observations, *International Journal of Remote Sensing*, 32(21): 6823-6853, DOI: 10.1080/01431161.2010.512946.
- De la Fuente, J. 1941. Cooperación indígena y cooperativismo moderno. *El trimestre Económico* X(4):749-765. url: http://www.aleph.org.mx/jspui/bitstream/56789/7772/1/DOCT2064759_ARTICULO_4.PDF
- De la Tejera H., B., R. García B., A. Santos O., K. Appendini y El Valdivia. 2008. La construcción de instituciones económico-sociales comunitarias: un análisis comparativo en el campo michoacano. P. 151-181 En: R. García Barrios, B. de la Tejera Hernández, K. Appendini (Coords) *Instituciones y desarrollo. Ensayos sobre la complejidad del campo mexicano.* /. Cuernavaca: UNAM, CRIM; El Colegio de México; Universidad Autónoma Chapingo. 355 p. IS BN: 978-607-2-00031-5. url: <http://www.crim.unam.mx/drupal/?q=node/401>
- De la Tejera, B., A. Santos, H. Santamaría, T. Gómez y C. Olivares. 2013. El oro verde en Michoacán: ¿un crecimiento sin fronteras? *Economía y Sociedad*, (29): 15-40.

- Dembele, A. 2006. Stakeholders' perception of land degradation and the management in Bmaba, Mali. M. Sc. Thesis. Department of International Environment and Development Studies (Noragric). Norwegian University of Life Science. 49 pp.
- Dembélé, Y. 2006. Land degradation and its effect on livelihood on Malian semi-arid zone, Nara. Master Thesis in Management of Natural Resources and Sustainable Agriculture. Norwegian University of Life Sciences .41p.
- Desbiez, A., R. Matthews, B. Tripathi y J. Ellis-Jones. 2004. Perceptions and assessment of soil fertility by farmers in the mid-hills of Nepal. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **103**: 191–206.
- Diego, F., M. Herrera, A. F. García de la Figal y J. Ruiz. 2013. Situación actual del empleo de la tracción animal en los Valles Centrales de Oaxaca, México: Análisis crítico. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 22(1): 76-84 url: <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v22n1/rcta13113.pdf>
- Dietz, T. J., T. Erdenechuluun, S. Hess y A. Enkh-Amgalan. 2005. Carrying capacity dynamics, livestock commercialisation and land degradation in Mongolia's free market era. PREM Working Paper No. 05/10. 15p. url: <http://ssrn.com/abstract=850075>
- Dixon, R. y R. Ponce-Hernández. 2002. Application of the LADA framework approach for land degradation assessment in drylands: Case studies in Mexico. Consultancy Report. LADA Project. Food and Agriculture Organization of the United Nations. (unpublished).
- Doran, J.W. y Safley. 1997. Defining and assessing soil health and sustainable productivity. Pp 1-28 *In: Pankhurst et al. (eds.) Biological Indicators of Soil health*. CAB International. url: <http://www.cabi.org/pdf/books/9780851991580/9780851991580.pdf>
- Douglas, I. 2006. The local drivers of land degradation in South-East Asia. *Geographical Research* **44**(2):123–134.
- Dregne H. 1998. Land degradation; assessment and monitoring. *In: Land Degradation Newsletter of the International Task Force on Land Degradation*. August 1998, No. 3: p 4-8. <http://soils.usda.gov/use/worldsoils/landdeg/199808news.html>.
- Dregne, H. E. & N. T. Chou. 1992. Global desertification dimensions and costs. *In: Degradation and Restoration of Arid Lands*, H. E. Dregne (Ed.). Lubbock: Texas Technical University). url: <http://www.ciesin.org/docs/002-186/002-186.html>
- Dregne, H.E., 1999. Desertification assessment and control. p. 95-102. *In: The United Nations University (Ed.). New Technologies to Combat Desertification, Proceedings of the International Symposium held in Tehran. Iran, 12–15 October 1998*, 121pp. url: http://151.1.187.213/Assets/8/20040506102119_10-3-36-111.pdf
- DSD. 2009. CST conference on bio-physical and socio-economic monitoring and assessment. Drylandscience for Development Consortium (DSD). url: <http://dsd-consortium.jrc.ec.europa.eu/php/index.php?action=view&id=150>
- DSD-WG1. 2009. Integrated methods for monitoring and assessing desertification/land degradation processes and drivers (land quality). Draft paper for discussion. White Paper of Working Group 1. Executive summary (draft for discussion) Version 2009/09/16. Dryland Science for Development (DSD) Consortium. 13 p. url: <http://drylandscience.org>
- Dudal, R. 2005. The sixth factor of soil formation. *Eurasian Soil Science C/C of Pochvovedenie* **38** (Supp. 1): 560-565.

- Dumanski, J. 1994. Proceedings of the International Workshop on Sustainable Land Management for the 21st Century. Vol. 1: Workshop Summary. The Organizing Committee. International Workshop on Sustainable Land Management. Agricultural Institute of Canada, Ottawa.
- El-Beltagy, A. 1997. Land degradation: a global and regional problem. ICARDA, Aleppo, Siria. 15p.
- Elhadi, E. M., N. Zomrawi y H. Guangdao. 2009. Landscape change and sandy desertification monitoring and assessment. *American Journal of Environmental Sciences* 5(5): 633-638.
- Ericksen, P.J. y M. Ardón. 2003. Similarities and differences between farmer and scientist views on soil quality issues in central Honduras. *Geoderma* 111(3): 233-248.
- Escobar M., D., J. Romero P. y J. Andrés A. 1997. Regiones Agrícolas de Michoacán. *Revista de Geografía Agrícola*» núm. 19. Universidad Autónoma Chapingo.
- Escobar, G. y S. Swinton. 2003. Relaciones entre pobreza rural y el deterioro ambiental en algunos países de América Latina. Pp. 9-38. En: G. Escobar (Ed.) Pobreza y Deterioro Ambiental en América Latina. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). México. url: <http://www.rimisp.org/seccion.php?seccion=240>
- Espejel C., C. 2006. Etnohistoria y arqueología tarasca. Fundación para el Avance de los Estudios Mesoamericanos, Inc. 38 p. url: <http://www.famsi.org/reports/06041es/06041esEspejelCarbajal01.pdf>
- Estrada B. W., J. y C. A. Ortiz Solorio. 1982. Plano de erosión hídrica del suelo en México. *Geografía Agrícola* 3: 23-27. url: <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rga-1831.pdf>
- Eswaran, H., R. Lal y P.F. Reich. 2001. Land degradation: an overview. In: Bridges *et al.* (eds.). *Responses to Land Degradation*. Proc. 2nd. International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. Oxford Press. New Delhi, India.
- Ezeaku, P. I. y A. Davidson, 2008. Analytical situations of land degradation and sustainable management strategies in Africa. *J. Agri. Soc. Sci.*, 4: 42-52
- FAO. 1980. Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 86 p.
- FAO. 2001. Indicadores de la calidad de la tierra y su uso para la agricultura sostenible y el desarrollo rural. *Boletín de Tierras y Aguas de la FAO* 5. FAO, Roma. 211p.
- FAO. 2003a. Evaluación de la Degradación de la Tierra en Zonas Áridas LADA (Land Degradation Assessment in Drylands). Borrador v. 25 marzo 2003. FAO – Roma. 42p.
- FAO. 2003b. Evaluación de tierras con metodologías de FAO. Documento de Trabajo. Proyecto regional "ordenamiento territorial rural sostenible". (proyecto gcp/rla/139/jpn). Santiago, Chile, Marzo. 26 p. (1ra versión borrador).
- FAO. 2004. Local knowledge as part of agrobiodiversity. Food and Agriculture Organization of the United. Nations. Rome. 4 p.
- FAO. 2005. Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005 términos y definiciones (Versión definitiva). FAO, Roma. url: <http://www.fao.org/forestry/9690-0d07adfee9364a4127238bf3ffc7d6ab2.pdf>
- FAO. 2009. Guía para la descripción de suelos. Cuarta edición. FAO, Roma. 99 p. (Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAO-

- SWALIM, Nairobi, Kenia-Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). url: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/a0541s/a0541s00.pdf>
- FAO. 2013. Land degradation assessment in drylands methodology and results. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3241e.pdf>
- FAO-IUSS-WRB. 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. url: <http://www.fao.org/3/a-i3794s.pdf>
- FAO-PNUMA. 2000. El futuro de nuestra tierra - Enfrentando el desafío. Guías para la Planificación Integrada para el Desarrollo Sostenible de los Recursos de la Tierra. Fomento de Tierras y Aguas. FAO y PNUMA 1999. Referencia: (<http://www.fao.org/DOCREP/004/X3810S/X3810S00.HTM>)
- Farshad, A, y N. Barrera-Bassols. 2003. Historical anthropogenic land degradation related to agricultural systems: case studies from Iran and Mexico. *Geogr Ann A* 85: 277–286
- Feoli, E., L. G. Vuerich y W. Zerihun. 2002. Evaluation of environmental degradation in northern Ethiopia using GIS to integrate vegetation, geomorphological, erosion and socio-economic factors. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 91: 313–325.
- Fernández-Moreno, Y. 2008. ¿Por qué estudiar las percepciones ambientales?: Una revisión de la literatura mexicana con énfasis en Áreas Naturales Protegidas. *Espiral* (Guadalaj.) [online] 15(43): 179-202. ISSN 1665-0565.
- Ferraz, S. F. B., C. A. Vettorazzi y D. M. Theobald. 2009. Using indicators of deforestation and land-use dynamics to support conservation strategies: A case study of central Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management* 257: 1586–1595.
- Finco, M. V. A. 2009. Poverty and environment linkages: a vicious circle hypothesis analysis in the Brazilian Amazon region. Paper presented on the 7th *International Science Conference on the Human Dimensions of Global environmental Change* (IHDP Open Meeting 2009). Bonn, Germany. 12 p.
- FIRA. 2009. El mercado de los fertilizantes en México - situación actual y perspectivas 2009. Nota de Análisis. Dirección de Análisis Económico y Sectorial. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA-Banco de México). 25 pag.
- Fitzpatrick, R.W. 2002. Land degradation processes. *ACIAR Mono.Ser.* 84: 119–29. url: http://www.eoc.csiro.au/aciarc/book/PDF/Monograph_84_Chapter_08.pdf
- Flores F., J., V. M. Melgarejo M. y S. T. Sánchez Q. 2014. El impacto sobre los recursos hídricos producto del cambio de uso de suelo “La zona aguacatera de Michoacán”. p. 102-109 En: G. Arias H., F. M. Zurita y M. L. Uranga (Eds.) *Memoria del Primer Congreso sobre Sustentabilidad e interculturalidad: paradigmas entre la relación cultura y naturaleza*. Universidad Intercultural Indígena de Michoacán, Pátzcuaro, Michoacán, México. ISBN 978-607-9304-05-8.
- Flores M., G. 2017. Las instituciones frente a la declaratoria de la pirekua, canto tradicional de los p’urhépecha, México. *Culturas. Revista de Gestión Cultural* 4(2): 40-56. EISSN: 2386-7515. url: <https://polipapers.upv.es/index.php/cs/article/view/8651/8964>

- Foster, R. H. 2006. Methods for assessing land degradation in Botswana. *Earth & Environment* **1**: 238-276.
- Fry, P. E. 1998. Perception of soil fertility by farmers. 16. World Congress of Soil Science, Vol I: 224. Organisiert durch "International Soil Science Society (ISSS)". Montpellier, France (Posterpräsentation).
- Gad, A. y A. Shalaby. 2010. Assessment and mapping of desertification sensitivity using Remote Sensing and GIS. Case study: Inland Sinai and Eastern Desert Wadies. US-Egypt Workshop on Space Technology and Geo-information for Sustainable Development, Cairo, Egypt 14-17 June, 2010. 6pp.
- Galicia, L., A. M. Gamboa C., S. Cram, B. Chávez V., V. Peña R., V. Saynes y C. Siebe. 2016. Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México. *Terra Latinoamericana* 34: 1-29.
- Gallegos T., P. 2003. Procesos participativos y de desarrollo en la recuperación de los recursos naturales de la comunidad indígena de Sevina, Nahuatzen, Michoacán, México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jal. 110 pp. url: <http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/3004>
- Gao, J. 2008. Detection of changes in land degradation in northeast China from LANDSAT TM and ASTER data. p. 1533-1538 In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008.
- Garay, I. y V. Cabero. 2013. El aspecto social de la desertificación: Análisis de la percepción de la administración pública en Centro América. *Gestión y Ambiente* 16(2) 37-48.
- García M., C. 1981. Tierra y agrarismo en la sierra purépecha. *Jornadas de historia de Occidente. Movimientos populares en el occidente de México*, siglos XIX y XX, Jiquilpan, Centro de Estudios de la Revolución Mexicana Lázaro Cárdenas, pp. 46-101 ils. url: <http://www.tsimarhu.com/pdf/agricamp/tierrayagrarismo.pdf>
- García-Fajardo, B. 2011. Land degradation in the Highlands of Central Mexico: How Mazahua farmers manage, value and trade-off their control technologies. PhD Thesis. University of East Anglia.
- Garibay, C. y G. Bocco. 2011. Cambios de uso del suelo en la meseta purépecha: 1976-2005. Informe final de proyecto en convenio con la Comisión Nacional para la Atención a los Pueblos Indígenas y. CIGA-UNAM. INE-SEMARNAT y CIGA. 124 p. url: http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=648
- Gaur, M. K. y H. Gaur. 2004. Combating desertification: building on traditional knowledge systems of the Thar Desert communities. *Environmental Monitoring and Assessment* **99**: 89–103.
- Gavito-Pardo, M. E., M. Astier-Calderón, R. Ayala-Barajas, E. Ramírez-García y J. Martínez-Cruz. 2012. Evaluación del impacto ecológico del cultivo de aguacate a nivel regional y de parcela en el Estado de Michoacán: validación de indicadores ambientales en los principales tipos de producción. Informe final, etapa 2. CIEco, UNAM. México. 92 pp.
- Gebremedhin, B. 2004. Economic incentives for soil conservation in the East African countries. *ISCO 2004 - 13th International Soil Conservation Organisation Conference – Brisbane, July 2004. Conserving Soil and Water for Society: Sharing Solutions*. 4p.
- GEF. 1999. Clarifying linkages between land degradation and the GEF focal areas: an action plan for enhancing GEF support (GEF/C.14/4), Global Environment Facility, Washington DC.

- Geist, H.J., y E. F. Lambin. 2001. What drives tropical deforestation? A meta-analysis of proximate and underlying causes of deforestation based on subnational scale case study evidence. LUCR Report Series No. 4. University of Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgium. 116 pp.
- GFC. 2010. Getting to the roots: Underlying causes of deforestation and forest degradation, and drivers of forest restoration. Report of the Global Forest Coalition. url: <http://www.globalforestcoalition.org/wp-content/uploads/2010/11/Report-Getting-to-the-roots1.pdf>
- Gibbs, H. K. y J. M. Salmon. 2015. Mapping the world's degraded lands. *Applied Geography* 57 (2015) 12-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.024>
- Gisladdottir, G. y M. Stocking. 2005. Land degradation control and its global environmental benefits. *Land Degradation & Development* 16(2): 99-112.
- González R., S. 1994. Respuesta del maíz al encalado y a la fertilización nitrogenada y fosfatada en un andosol de la meseta purépecha del estado de Michoacán. Tesis Ing. Agr. Departamento de Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. 100 pp.
- Graham, H. y P. C. L. White. 2016. Social determinants and lifestyles: integrating environmental and public health perspectives. *Public Health* 141: 270-278. (open access).
- Gray, K. M., 2005. Changing soil degradation trends in Senegal with carbon sequestration payments. Master Thesis in Applied Economics. Montana State University. Bozeman, Montana. 124 p.
- Gray, L.C. y P. Morant. 2003. Reconciling indigenous knowledge with scientific assessment of soil fertility changes in southwestern Burkina Faso. *Geoderma* 111(3): 425-437.
- Guerrero, G., O. Maser y J. F. Mas. 2008. Land use/land cover change dynamics in the Mexican highlands: Current situation and long-term scenarios. In: *Modelling Environmental Dynamics*. M. Paegelow y M. Camacho (eds.). Springer, pp. 57-76.
- Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., van Es, H.M., Wolfe, D.W., Moebius, B.N., Thies, J.E. y Abawi, G.S. 2007. Cornell soil health assessment training manual. Edition 1.2.1. College of Agriculture and Life Science, Cornell University, Geneva, NY. 52p.
- Hall, M. L. S. C. 2003. The soil quality indices literature. Compiler's Report. SQI Literature Project 2003. Alberta Environmentally Sustainable Agriculture, Soil Quality Monitoring Program. 87p.
- Halmström, V. H. 1995. *Geographical origins of the tarascans*. *Geographical Review* 85(1), 8pp. url: <http://www.dartmouth.edu/~izapa/M-28.pdf>.
- Hammad, A. A. y T. Børresen. 2006. Socioeconomic factors affecting farmers' perceptions of land degradation and stonewall terraces in Central Palestine. *Environmental Management* 37(3): 380-394.
- Hanafi, A. y S. Jauffret. 2008. Are long-term vegetation dynamics useful in monitoring and assessing desertification processes in the arid steppe, southern Tunisia. *Journal of Arid Environments* 72: 557-572.
- Hansen, M. C., R. S. Defries, J. R. G. Townshend y R. Sohlberg. 2000. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. *Int. J. Remote Sensing* 21(6 & 7): 1331-1364.
- Helldén, U. y C. Tottrup. 2008. Regional desertification: A global synthesis. *Global and Planetary Change* 64: 169-176.
- Herrmann, S.M. y C.F. Hutchinson. 2005. The changing contexts of the desertification debate. *Journal of Arid Environments* 63: 538-555.

- Holt-Giménez, E. 2008. Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable. SIMAS, Managua. 294 p. il. url: http://www.agroeco.org/socla/archivospdf/pcac_web1.pdf
- Holtz, U. 2003. The United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) and its political dimension. Bonn, 26 May 2003. url: [http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD\(eng\).pdf](http://www.unccd.int/parliament/data/bginfo/PDUNCCD(eng).pdf)
- Htun, K. Z., S. S. Aye y L. Samarakoon. 2008. Spatial pattern analysis of land degradation using satellite remote sensing data and GIS in Mandalay watershed, central Myanmar. *Asian Conference on Remote Sensing (ACRS) Proceedings*. url: <http://www.a-a-r-s.org/acrs/proceedings2008.php>
- Huber-Sannwald, E., F. T. Maestre, J. E. Herrick y J. F. Reynolds. 2006. Ecohydrological feedbacks and linkages associated with land degradation: a case study from Mexico. *Hydrol. Process* **20**(15): 3395–3411.
- Huber-Sannwald, E., M. Ribeiro, J. T. Arredondo, M. Braasch, R. M. Martínez P., J. García de A. V. y K. Monzalvo S. 2012. Navigating challenges and opportunities of land degradation and sustainable livelihood development in dryland social –ecological systems: a case study from Mexico. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 367: 3158–3177. doi:10.1098/rstb.2011.0349
- Hurni, H. 2000. Assessing sustainable land management (SLM). *Agriculture, Ecosystems and Environment* **81**: 83–92.
- Idowu, J., H. van Es, R. Schindelbeck, G. Abawi, D. Wolfe, J. Thies, B. Gugino, B. Moebius y D. Clune. 2006. Soil health assessment and management: the concepts. What's cropping up? *A Newsletter for New York Field Crops & Soils* **16**(2): 1-3. url: <http://soilhealth.cals.cornell.edu/about/docs/concepts200603.pdf>
- IEO-GEF. 2017. Land degradation focal area study. Sixth comprehensive evaluation of the GEF. Independent Evaluation Office, Global Environment Facility. url: <https://www.gefio.org/sites/default/files/ieo/signposts/files/land-degradation-2017-brief.pdf>
- IFAD. 2001. Desertification as a global problem. International Fund for Agricultural Development. url: <https://www.ifad.org/documents/10180/319d29cc-6b4f-4b9a-8bfe-29a4014f2a1d>
- Imbellone, P. A. 2011. Classification of paleosols. Sao Paulo, UNESP, *Geociencias* **30**: 5-13.
- INEGI. 1985. Síntesis geográfica de Michoacán y Anexo cartográfico, Dirección General de Geografía, Secretaría de Programación y Presupuesto, Instituto Nacional de Geografía y Estadística, México.
- INEGI. 2000. Los análisis físicos y químicos en la cartografía edafológica del INEGI: Guía normativo-metodológica. url: <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccat/edafologia/doc/normedaf.pdf> (Recuperado 27 ene 2018).
- INEGI. 2010. Censo de población y vivienda. Instituto Nacional de Geografía y Estadística, México url: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/> (acceso 08-ene-2018).
- INEGI. 2014. Guía para la interpretación de cartografía. Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie V. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México: INEGI. 195 p.
- IUFRO. 2009. Adaptation of forests and people to climate change: A global assessment report. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) *World Series* Volume 22. Helsinki. 224 p.

- Jabbar, M. T. y X. Chen. 2006. Land degradation assessment with the aid of geo-information techniques. *Earth Surf. Process. Landforms* **31**: 777–784.
- Ji, C. Y. 2008. Land degradation in Central Asia. ADB TA 6356-REG: Central Asian Countries Initiative for Land Management Multicountry (Revised Draft Final Report). 132 pp. url: <http://www.adb.org/Documents/CACILM/Land-Degradation-CentralAsia.pdf>
- Kammerbauer, J., B. Cordoba, R. Escolánn, S. Flores, V. Ramirez, y J. Zeledón. 2001. Identification of development indicators in tropical mountainous regions and some implications for natural resource policy designs: an integrated community case study. *Ecological Economics* **36**(1): 45–60.
- Kapalanga, T. S. 2008. A review of land degradation assessment methods. Final project 2008. In: *Land Restoration Training Programme*. Soil Conservation Service of Iceland. Agricultural University of Iceland. Reykjavík, Iceland. pp. 17-48. url: <http://www.unulrt.is/static/files/reports/taimi.pdf>.
- Karnieli, A., U. Gilad, M. Ponzet, T. Svoray, R. Mirzadinov y O. Fedorina. 2008. Assessing land-cover change and degradation in the Central Asian deserts using satellite image processing and geostatistical methods. *Journal of Arid Environments* **72**: 2093–2105.
- Katjihua, M. y D. Ward. 2007. Pastoralists' perceptions and realities of vegetation change and browse consumption in the northern Kalahari, Namibia. *Journal of Arid Environments* **69**(4): 716–730.
- Katyal, J.C. y P.L.G. Vlek. 2000. Desertification – Concept, causes and amelioration. ZEF Discussion Paper on Development Policy. No 33. Bonn, Germany. p. 16.
- Kertész, A. 2009. The global problem of land degradation and desertification. *Hungarian Geographical Bulletin* **58**(1): 19–31.
- Kiage, L. M. 2015. Perspectives on the assumed causes of land degradation in the rangelands of Sub-Saharan Africa. *Progress in Physical Geography* **37**(5):664–684. doi: 10.1177/0309133313492543.
- Kissinger, G., M. Herold, y V. Sy. 2012. Drivers of Deforestation: a Synthesis Report for REDD+ Policymakers. Lexeme Consulting, Vancouver, Canada.
- Koohafkan, P y B.A. Stewart. 2008. Water and cereals in drylands. The Food and Agriculture Organization of the United Nations and Earthscan, London-Sterling, VA, UK, 113pp. url: <http://www.fao.org/docrep/012/i0372e/i0372e.pdf>.
- Koohafkan, P. y M. A. Altieri. 2011. Sistemas ingeniosos del patrimonio agrícola mundial - un legado para el futuro. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma. 41 pág. url: http://www.fao.org/fileadmin/templates/giahs/PDF/GIAHS_Booklet_ES_WEB2011.pdf
- Kristensen, P. 2004. The DPSIR Framework. Paper presented at the 27-29 September 2004 workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya. 10 p.
- Kumar, R. y A. J. Das. 2014. Climate Change and its Impact on Land Degradation: Imperative Need to Focus. *J Climatol Weather Forecasting* **2**:108. doi:10.4172/2332-2594.1000108
- Künkel, N. 2005. Identifying priority policy issues to reduce soil degradation: evidence from a statistical analysis for Asia. Conference on International Agricultural Research for Development. Tropentag 2005, Stuttgart-Hohenheim, Germany. October 11-13. 6 p.

- Kusimi, J. M. y G. A. B. Yiran. 2011. Application of local knowledge in land degradation assessment in the Bawku East Municipality. *Ghana Journal of Geography* 3: 88-125.
- LADA. 2009. Proceedings of the regional land degradation assessment in drylands (LADA). Workshop for Southeast Asia. R. Im-Erb, Y. Niino, S. Sombatpanit and R. Biancalani (eds.). Bangkok, Thailand, 27 – 30 April 2009. RAP Publication 2009/16. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2009. url: <http://www.fao.org/docrep/012/i1067e/i1067e00.htm>
- LADA-CUBA, 2010. Evaluación de la Degradación de las Tierras Secas (LADA). Área piloto Cuba. Taller de conclusiones. 10-12 nov. La Habana, Cuba.
- LADA-L. 2009a. Field manual for local level land degradation assessment in drylands. LADA-L Part 1: Methodological Approach, Planning and Analysis. 76 p. url: <http://www.fao.org/nr/lada/index.php?lang=en>
- LADA-L. 2009b. Field manual for local level land degradation assessment in drylands. LADA-L Part 2: Local Assessment: Tools and Methods for Fieldwork. 133 p. url: <http://www.fao.org/nr/lada/index.php?lang=en>
- Lal, R. 2003. Soil degradation and global food security: a soil science perspective. Pp. 16-35. In: K.D. Wiebe (ed.) *Land Quality, Agricultural Productivity, and Food Security: Biophysical Processes and Economic Choices at Local, Regional, and Global Levels*. Edward Elgar Publishing.
- Lal, R. 2009. Soils and world food security. *Soil & Tillage Research* **102**:1-4.
- Lantieri, D. 2003. Potential use of satellite remote sensing for land degradation assessment in drylands: *Application to the LADA Project*. Environment and Natural Resources Service, Sustainable Development Department, FAO, Rome. p. 77. url: http://lada.virtualcentre.org/eims/download.asp?pub_id=92920.
- Lapar, M. L. A. y S. Pandey. 1999. Adoption of soil conservation: the case of the Philippine uplands. *Agricultural Economics* **21**(3): 241–256.
- Lavado, J.F. S. Schnabel, A. Gómez y M. Pulido. 2010. Sensibilidad ambiental a la degradación en Extremadura (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* 53: 147-164.
- Lemus L., O. 1995. Propuestas para el mejoramiento de dos agroecosistemas tipo en la región Purhépecha, Michoacán. Tesis de Maestro en Ciencias. Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N. L. 179 pp.
- Lepers, E., E. F. Lambin, A. C. Janetos, R. Defries, F. Achard, N. Ramankutty y R. J. Scholes. 2005. A synthesis of information on rapid land-cover change for the period 1981–2000. *BioScience* **55**(2): 115-124.
- Lestrelin G, Pelletreau A, Valentin C. 2007. Local Knowledge and Land Degradation: a Participatory Case Study in the Uplands of the Lao PDR. Proceedings of the International Conference on Sustainable Sloping Lands and Watershed Management: Linking research to strengthen upland policies and practices, December 12-15, 2006. Luang Prabang, Lao PDR. Gebbie, L., Glendinning [et. al.]. Published in 2007. pp. 270-286.
- Lestrelin, G. y M. Giordano. 2006. Approaching land degradation in the uplands of Laos: looking beyond the proximate causes. *International Symposium Towards Sustainable Livelihoods and Ecosystems in Mountainous Regions*. 7-9 March 2006, Chiang Mai, Thailand. 12 p. url: http://www.troz.uni-hohenheim.de/research/SFB564_3/InterNatSym/CPS4-1/CPS-4-1Lestrelin-full.pdf.
- Leutlwetse, C. 2006. Farmers' perception of socio-economic constraints and coping strategies in crop production in Mopipi, Botswana. Mater Thesis. Norwegian

- University of Life Sciences. 60 pp. url:
<http://www.bio.uio.no/cees/doc/GEFIVP/gefivp3.pdf>
- Leyva-Ovalle, A., Valdez-Lazalde, J. R., de los Santos-Posadas, H. M., Martínez-Trinidad, T., Herrera-Corredor, J. A., Lugo-Espinosa, O., García-Nava, J. R. y Arévalo-Galarza, G. 2017. Monitoreo de la degradación forestal en México con base en el inventario nacional forestal y de suelos (Infys). *Madera y Bosques*, 23(2), 69-83. doi: 10.21829/myb.2017.2321431
- Loeza B., F. 2007. Los orígenes genéticos de la población antigua tarasca. Documento de circulación interna. Grupo de estudiosos de la cultura purépecha. Pátzcuaro, Mich. (inédito).
- López, F., A. Velázquez, y L. Merino. 2010. Explorando los determinantes del buen manejo forestal comunitario. *Interciencia* 35(8): 560-567.
- Lorent, H., C. Evangelou, M. Stellmes, J. Hill, V. Papanastasis, G. Tsiourlis, A. Roeder y E. F. Lambin. 2008. Land degradation and economic conditions of agricultural households in a marginal region of northern Greece. *Global and Planetary Change* 64: 198–209.
- MA. 2005a. Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC. World Resources Institute. url:
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.355.aspx.pdf>
- MA. 2005b. Ecosystems and human well-being: Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, DC. World Resources Institute. Disponible en:
<http://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Macharia, P. N. 2004. Community based interventions as a strategy to combat desertification in the arid and semi-arid rangelands of Kajiado district, Kenya. *Environmental Monitoring and Assessment* 99(1-3): 141–147.
- Magaña M., D. A. 2011. Elementos para la conformación de actores sociales para el desarrollo local desde la educación ambiental. Tesis M. C., Facultad de economía “Vasco de Quiroga, UMSNH. Morelia, Michoacán, México. 216 p.
- Magdaleno-Hernández, E., A. Mejía-Contreras, T. Martínez-Saldaña, M. A. Jiménez-Velázquez, J. Sánchez-Escudero y J. L. García-Cué. 2016. Selección tradicional de semilla de maíz criollo. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 13: 437-447.
- Mairura, F. S., D. N. Mugendi, J. I. Mwanje, J. J. Ramisch, P. K. Mbugua, y J. N. Chiang. 2007. Integrating scientific and farmers' evaluation of soil quality indicators in Central Kenya. *Geoderma* 139 (1-2): 134–143.
- Malley, Z. J. U., J. M. R. Semoka, J. A. Kamasho y C. V. Kabungo. 2006. Participatory assessment of soil degradation in the uplands of southwestern Tanzania: Implications for sustainable agriculture and rural livelihoods. *Int. J. Sust. Dev. World Ecol.* 13 (3): 183-197.
- Mambo, J. y E. Archer. 2007. An assessment of land degradation in the Save catchment of Zimbabwe. *Area* 39(3): 380–391.
- Maneja, R., M. Boada, N. Barrera y M. McCall. 2009. Percepciones socioambientales infantiles y adolescentes. Propuesta de Educación Ambiental. La Huacana, Michoacán, México. *Revista Utopía y Praxis latinoamericana*, 14(44): 39-51.
- Manjoro, M. 2006. Understanding farmers: explaining soil and water conservation behaviour in small-holder farmers in Southern Zimbabwe. *Journal of Sustainable Development in Africa* 8(1): 239-252. url: http://www.jsd-africa.com/Jsda/Spring2006PDF/ARC_Understanding%20Farmers.pdf

- Maponga, R. y J. Muzirambi. 2007. Indigenous knowledge in conservation of forestry and land resources in Musana communal areas, Bindura. *Journal of Sustainable Development in Africa* 9(2): 1-14. Reference: http://www.africabib.org/query_p.php?pe=396&PG=1*
- Martínez-Alier, J. 2005. Los conflictos ecológico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad. *Rebelión, Ecología social*, 04-11-2005. url: <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/martinez-alier01.pdf>
- Martínez-Santiago, J., A. L. Licona V., M. V. González S., A. Becerra M., E. Pérez G. y E. Patlán M. 2015. Diagnóstico de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa, Ñuu Ndeku, Ñuu Savi, Oaxaca. *Revista de Geografía Agrícola* No. 55: 7-25.
- Maxim, L., J. H. Spangenberg y M. O'Connor. 2009. An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics* 69: 12-23.
- McGarry, D. 2004. Final consultancy report for FAO on the Development of Methodology of a Visual Soil- Field Assessment Tool – to support and enhance the LADA program. China. FAO, url: ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/vsfast_methodology.pdf (accesado 26/03/2010).
- Medellín Leal, F. (comp.). 1978. La desertificación en México. Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. 125 pp.
- MENR-Kenya. 2016. Report of the land degradation assessment (LADA) in Kenya. Report Based on a Study of Land Degradation Assessment (LADA) with Remote Sensing and GIS, for Sustainable Land Management (SLM) in Kenya. Ministry of Environment and Natural Resources of the Republic of Kenya. Disponible: <http://www.environment.go.ke/wp-content/uploads/2017/10/LADA-Land-Degradation-Assessment-in-Kenya-March-2016.pdf>
- Mertz, O, K. Halsnæs, J. E. Olesen y K. Rasmussen. 2009. Adaptation to climate change in developing countries. *Environmental Management* 43:743–752
- Meza-Pérez, E. y D. Geissert-Kientz. 2006. Estabilidad de estructura en andisoles de uso forestal y cultivados. *Terra Latinoamericana* 24(2): 163-170.
- Moges, A. y N. M. Holden. 2007. Farmers' perceptions of soil erosion and soil fertility loss in Southern Ethiopia. *Land Degradation & Development* 18(5): 543-554.
- Montes C, Lomas P (2009) La evaluación de ecosistemas del milenio en España. *Revista Ambient@* No. 91: junio. url: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/Principal.do>
- Montgomery, D. R., 2007, Is agriculture eroding civilization's foundation?. *GSA Today* 7: 4–9. url: <http://www.d.umn.edu/~pfarrell/Soils/Montgomery%20GSA%20article.pdf>
- Moreno-Arriba, J. 2016. Diálogo de saberes y colaboración social intercultural: El ejemplo de la universidad veracruzana intercultural sede selvas. *Discurso y prácticas de los actores protagonistas. Sociedad y Discurso* 28: 254-281. url: <https://journals.aau.dk/index.php/sd/article/download/1443/1173>
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 547 págs.
- Munk, H. 2003. Pobreza y Degradación Ambiental en las Laderas de Nicaragua. p. 107-125 En: G. Escobar (Ed.) *Pobreza y Deterioro Ambiental en America Latina*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural (RIMISP) y Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). México. url: <http://www.rimisp.cl/getdoc.php?docid=857>

- Muñoz-Iniestra, D., M. Ferreira R., I. B. Escalante A. y J. López G. 2013. Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana* 31(3): 201-210.
- Nachtergaele, F. 2004. Land Degradation Assessment Indicators and the LADA Project. Briefing Papers of the second SCAPE workshop in Cinque Terre (IT), 13-15 April 2004. Compiled by S. van Asselen, C. Boix-Fayos and A. Imeson. Soil Conservation and Protection for Europe (SCAPE). The Netherlands. Pp. 201-213. url: <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/projects/scape/uploads/113/Nachtergaele.pdf>
- Nachtergaele, F O, M. Petri, R. Biancalani, G. van Lynden y H. van Velthuisen. 2010a. Global Land Degradation Information System (GLADIS). An Information database for Land Degradation Assessment at Global Level. Technical report of the LADA FAO / UNEP Project.
- Nachtergaele, F. 2010b. The Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) Project (ppt presentation). Relevant SLM programmes, tools and methods. LADA WOCAT Seminar, Rome Feb2010. Rome, 16 February 2010. url: <http://www.fao.org/nr/lada/index.php?lang=en>
- Nachtergaele, F., R. Biancalani y S. Bunning. 2009. The Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) project 2009. p. 7-15 *In*: R. Im-Erb, Y. Niino, S. Sombatpanit and R. Biancalani (eds.). Proceedings of the regional land degradation assessment in drylands (LADA). Workshop for Southeast Asia. Bangkok, Thailand, 27 – 30 April 2009. RAP Publication 2009/16. FAO. Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, 2009. url: <http://www.fao.org/docrep/012/i1067e/i1067e00.htm>
- Nachtergaele, F.O.F. y C. Licon-Manzur. 2008. The land degradation assessment in drylands (LADA) project: Reflections on indicators for land degradation assessment. P. 327-348 *In*: C. Lee and T. Schaaf (Editors) The future of drylands. International Scientific Conference on Desertification and Drylands Research, Tunis, Tunisia, 19-21 June 2006. Springer Netherlands -UNESCO.
- Navarro B., A., B. Figueroa S., V. M. Ordaz C., y F. V. González C. 2000. Efecto de la labranza sobre la estructura del suelo, la germinación y el desarrollo del maíz y frijol. *Terra* 18: 61-69.
- Neupane, R. P. y G. B. Thapa. 2001. Impact of agroforestry intervention on soil fertility and farm income under the subsistence farming system of the middle hills, Nepal. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 84(2): 157-167.
- Niemeijer, D. y V. Mazzucato. 2003. Moving beyond indigenous soil taxonomies: local theories of soils for sustainable development. *Geoderma* 111: 403-424.
- Nieves, R. 2007. Human-ecosystem interactions. Modelling DPSIR for all sites (Deliverable 2.16). Report. 11p. Reference: www.mohid.com.
- Nuffic y UNESCO/MOST. 2001. Best practices using indigenous knowledge. The Hague: Nuffic, and Paris: UNESCO/MOST. url: <http://www.unesco.org/most/Bpikpub2.pdf>
- O'Higgins, R. C. 2007. Savannah woodland degradation assessments in Ghana: integrating ecological indicators with local perceptions *Earth & Environment* 3: 246-281.
- Oba, G., Kotile, D.G., 2001. Assessment of landscape level degradation in southern Ethiopia: pastoralists versus ecologists. *Land Degradation & Development* 12, 461-475.
- Oberthür, T., E. Barrios, S. Cook, H. Usma y G. Escobar. 2004. Increasing the relevance of scientific information in hillside environments through

- understanding of local soil management in a small watershed of the Colombian Andes. *Soil Use and Management* **20**: 23-31.
- Okoba, B. O. y G. Sterk. 2006. Farmers' identification of erosion indicators and related erosion damage in the Central Highlands of Kenya. *Catena* **65**: 292–301.
- Oldeman, L. R. 1997. Global and regional databases for development of state land quality indicators: the SOTER and GLASOD approach. *In: Land Quality Indicators and Their Use in Sustainable Agriculture and Rural Development*. FAO. url: <http://www.fao.org/docrep/W4745E/w4745e00.HTM>
- Oldeman, L. R., R.T.A. Hakkeling y W. G. Sombroek. 1991. World Map of the Status of Human-Induced Soil Degradation: An explanatory Note (rev. ed.), UNEP and ISRIC, Wageningen. (<http://www.isric.org/isric/webdocs/Docs/ExplanNote.pdf>)
- Oldeman, R., 2002. Assessment of methodologies for dryland degradation assessment. First meeting of Technical Advisory Group and Steering Committee of the Land Degradation Assessment in Drylands (LADA). FAO, Rome, 23-25 January 2002. url: http://www.fao.org/nr/lada/dmdocuments/GLASOD_oldeman_brief.doc
- Omann, I., A. Stocker y J. Jäger. 2009. Climate change as a threat to biodiversity: An application of the DPSIR approach. *Ecological Economics* **69**(1): 24-31.
- Omuto, C. T., Z. Balint, y M. S. Alim. 2014. A framework for national assessment of land degradation in the drylands: a case study of Somalia. *Land Degradation & Development* **25**: 105.
- ONU. 1994. Elaboración de una convención internacional de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. Texto final de la Convención. Organización de las Naciones Unidas. 12 sep 1994. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/conventionText/conv-spa.pdf>.
- ONU. 2009. Estudio económico y social mundial 2009: Promover el desarrollo, salvar el planeta – Sinopsis. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales, Naciones Unidas, Nueva York. url: http://www.un.org/esa/policy/wess/wess2009files/wess09/overview_sp.pdf
- Ortíz S., C. A., D. Pájaro H. y V. M. Ordaz C. 1994. Manual para la cartografía de clases de tierras campesinas. Serie Cuadernos de Edafología 15. Centro de Edafología, Montecillo, Méx., México. 62 págs.
- Ortíz-Solorio, C. A. 1999. Los levantamientos etnoedafológicos. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Montecillo. México. 211 págs.
- Oseguera P., D. y L. Esparza S. 2009. Significados de la seguridad y el riesgo alimentarios entre indígenas purhépechas de México. *Desacatos*, núm. 31, septiembre-diciembre 2009, pp. 115-136. url: <http://www.ciesas.edu.mx/desacatos/31%20Indexado/esquinas2.pdf>
- Ovington, J. D. 1963. Plant biomass and productivity of prairie, savanna, oakwood, and maize field ecosystems in central Minnesota. *Ecology* **44**(1): 52-63.
- Pájaro, D. y E. Tello. 2014. Fundamentos epistemológicos para la cartografía participativa. *Etnoecológica* **10** (1): 1-20.
- Paniagua, A., J. Kammerbauer, M. Avedillo y A. M. Andrews. 1999, Relationship of soil characteristics to vegetation successions on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **72**(3): 215-225.

- Parra V., M. R. 1981. Producción de maíz en condiciones de temporal en Tequexquinahuac, Tezcoco, Edo. de México. (Tesis de Maestría en Ciencias). Centro de Botánica, colegio de Postgraduados, México. 282 págs .
- Pattanayak, S. I. y D. E. Mercer. 2002. Indexing soil conservation: farmer perceptions of agroforestry benefits. *Journal of Sustainable Forestry* **15**(2) : 63-85.
- Peña O., B. 1984. Estudios para determinar el problema nutricional de los suelos de la Sierra Tarasca. p. 133-140 En: A. Trinidad-Santos y O. Miranda-Jaimes (eds). Los suelos de ando y sus implicaciones en el desarrollo agrícola de la Sierra Tarasca. 2da ed. corregida. INIA-CIAB y Colegio de Postgraduados, Chapingo, Méx.
- Pérez de la C., F. J., L. Córdova T., A. Santacruz V., F. Castillo G., E. Cárdenas S. y A. Delgado A. 2007. Relación entre vigor inicial, rendimiento y sus componentes en poblaciones de maíz chalqueño. *Agric. Téc. en Méx.* 33:5-16.
- Pérez R., M. L. y A. Argueta V. 2011. Saberes indígenas y dialogo intercultural. *Cultura y Representaciones Sociales* **5**(10): 31-56. url: <http://www.culturayrs.org.mx/revista/num10/PerezyArgueta.pdf>
- Pieri, C., J. Dumanski, A. Hamblin, y A. Young. 1995. Land quality indicators *World Bank Discussion Papers*. The World Bank, Washington, D.C. 80 p.
- Ponce-Hernández, R. y P. Koochafkan. 2004. Methodological framework for Land Degradation Assessment in Drylands (LADA) (simplified version). Report on a Consultancy as Visiting Scientist. FAO, Land and Water Development Division. Rome. 48 pp. url: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/lada/LADA-Methframwk-simple.pdf>
- Ponce-Hernández, R. y P. Koochafkan. 2008. A methodological framework for land degradation assessment at multiple scales based on the DPSIR approach: experiences from applications to case studies in drylands. Oral presentation in the 5th International Conference on Land Degradation. Valenzano, Bari, Italy. 18-22 September.
- Porta, L. y M. Silva. 2003. La investigación cualitativa: El Análisis de Contenido en la investigación educativa. url: <http://www.uccor.edu.ar/paginas/REDUC/porta.pdf> (Recuperado 27 ene 2018).
- Pulido S., J. y G. Bocco. 2003b. Los sistemas de uso del suelo tradicionales. Págs. 325-346: En: A. Velázquez *et al.* (Eds) *Las enseñanzas de San Juan: Investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales*. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). México, D. F.
- Pulido S., J., Bocco, G., 2003a. The traditional farming system of a Mexican indigenous community; the case of Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan. *Geoderma*, 111, 249-265.
- Pulido, J. y G. Bocco. 2011. ¿Cómo se evalúa la degradación de tierras? Panorama global y local. *Interciencia* 36(2), 96-103.
- Qi, S. y Y. Cai. 2007. Mapping and assessment of degraded land in the Heihe River basin, Arid Northwestern China. *Sensors* **7**: 2565-2578.
- Quiroga-Madrigal, R. R., E. R. Garrido-Ramírez, M- A. Rosales Esquinca y V. M. Salazar-Pinacho. 2017. Manual técnico: Manejo integrado del complejo mancha de asfalto del maíz en México. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. 39 p.
- Ramírez-Carballo, H., A. Pedroza-Sandoval, J. G. Martínez-Rodríguez y R. D. Valdéz-Cepeda. 2011. Evaluación participativa de la degradación del suelo en la Reserva de la Biosfera Mapimí. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17 (núm. esp.), 1–9. doi: 10.5154/r.rchscfa.2010.08.05

- Random House Unabridged Dictionary, Copyright © 1997, by Random House, Inc., on Infoplease. <http://dictionary.infoplease.com/ethnoscience>
- Ravera, F, D. Tarrasón, P. A. Pastor y G. Grasa. 2009. Proceso y métodos de evaluación integrada participativa de degradación en agroecosistemas semiáridos. Un caso de estudio en un área protegida en el trópico seco nicaragüense. *Rev. Iber. Econom. Ecol.* 13:79-99. url: <http://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/164824>
- Red-IINPIM. 2008. Proyecto de trabajo: Investigación Comunitaria, Formación y Gestión Jurídica Agraria sobre los Efectos del Reconocimiento y Titulación de Bienes Comunales para la Comunidad P'urhépecha de Comachuén, Municipio de Nahuátzen, Michoacán. Red-Interdisciplinaria de Investigadores de los Pueblos Indios de Mexico A.C.73p.
- Reed, M. S. y A. J. Dougill. 2002. Participatory selection process for indicators of rangeland condition in the Kalahari. *The Geographical Journal* **163**(3): 224-234.
- Reed, M. S. y A. J. Dougill. 2008. Participatory land degradation assessment. p. 719-729 In: C. Lee and T. Schaaf (eds.), *The Future of Drylands*. UNESCO.
- Reed, M. S. y A.J. Dougill. 2010. Linking degradation assessment to sustainable land management: A decision support system for Kalahari pastoralists. *Journal of Arid Environments* **74** (1) 149–155
- Reed, M. S. y Stringer, L. C. 2015. Impulse Report – Climate change and desertification: Anticipating, assessing & adapting to future change in drylands. Elaborado con la contribución de un grupo de expertos internacionales. Presentado en la 3ª Conferencia Científica de la CNULD. CNULD, Agropolis International. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/3sc.unccd.impulsereport.pdf>
- Reed, M. S., A. J. Dougill y M. J. Taylor. 2007. Integrating local and scientific knowledge for adaptation to land degradation: Kalahari rangeland management options. *Land Degradation & Development* **18**(3): 249-268.
- Reed, M. S., E. D.G. Fraser, A. J. Dougill. 2006. An adaptive learning process for developing and applying sustainability indicators with local communities. *Ecological Economics* **59**: 406-418.
- Reynolds, J. F., D. M. S. Smith, and E. Lambin. 2003. Do humans cause deserts? An old problem through the lens of a new framework: the Dahlem desertification paradigm. pp. 2042-2048 In: N. Allsopp, A. R. Palmer, S. J. Milton, K. P. Kirkman, G. I. H. Kerley, C. R. Hurt, and C. J. Brown [eds.]. *Proceedings of the 7th International Rangelands Congress; 26 July–1 August 2003; Durban, South Africa*. Hilton, South Africa: Grassland Society of Southern Africa. 107 p.
- Reynolds, J. F., F. T. Maestre, P. R. Kemp, D. M. Stafford-Smith, and E. Lambin. 2007. Natural and human dimensions of land degradation in drylands: causes and consequences. Pages 247–258 in J. Canadell, D. Pataki, and L. F. Pitelka, editors. *Terrestrial ecosystems in a changing world*. Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Reynolds, J. F., F.T. Maestre, E. Huber-Sannwald, J. Herrick & P.R. Kemp. 2005. Aspectos socioeconómicos y biofísicos de la desertificación. *Ecosistemas XIV* (3). url: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=131>
- Reynolds, J. F., S. D. M. Stafford, E. F. Lambin, B. L. Turner, M. Mortimore, S. P. J. Batterbury, T. E. Downing, H. Dowlatabadi, R. J. Fernández, J. E. Herrick, E. Huber-Sannwald, H. Jiang, R. Leemans, T. Lynam, F. T. Maestre, M. Ayarza & B. Walker. 2007. Global desertification: building a science for dryland development. *Science* **316** (5826): 847-851.

- Riquelme S. J., C. Ruiz S. y C. Aliaga D. 1991. Arado cincel de tiro animal. IPA QUILAMAPU No. 47: 22-26- url: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/IPA/NR09860.pdf>
- Rist, S. y F. Dahdouh-Guebas. 2006. Ethnoscience—A step towards the integration of scientific and indigenous forms of knowledge in the management of natural resources for the future. *Environ Dev Sustain* 8:467–493. DOI 10.1007/s10668-006-9050-7
- Roba HG, Oba G. 2008. Integration of herder knowledge and ecological methods for land degradation assessment around sedentary settlements in a sub-humid zone in northern Kenya. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 15: 251-264.
- Robles-Ramos, R. 1948. La desertización de la República Mexicana. *Ingeniería Hidráulica en México* 2(2): 5-68.
- Romero P. J. 1995. La producción de maíz. Pp. 101-135 En: Pulido S., Romero P. & Núñez V. (eds) La producción agropecuaria y forestal de la región Sierra Purépecha, Michoacán. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. México. (Centro Regional Universitario Centro Occidente, CRUCO), Morelia, Mich.
- Roser, M. 2017. Future Population Growth. Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: <https://ourworldindata.org/future-population-growth/> [Online Resource].
- Rosete-Vergés, F. A., J. L. Pérez-Damián, M. Villalobos-Delgado, E. N. Navarro-Salas, E. Salinas-Chávez y R. Remond-Noa. 2014. El avance de la deforestación en México 1976-2007. *Madera y Bosques* 20(1): 21-35.
- Roxo, M. J., 2002. A report on the stakeholders' perception on land degradation and desertification on the Mediterranean. 37 p. Reference: <http://www.kcl.ac.uk/projects/desertlinks/>
- Ryder, R. 2003. Local soil knowledge and site suitability evaluation in the Dominican Republic. *Geoderma* 111(3): 289-305.
- Safriel, U. N. 2007. The assessment of global impact trends in land degradation. Pp. 1-38 In: M. V. K. Sivakumar and N. Ndiang'ui (Eds): *Climate and Land Degradation*. Springer Berlin Heidelberg.
- SAGARPA. s.a. Selección y manejo de semillas criollas. Colegio de Postgraduados, SAGARPA. México. 8 p. url: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Selecci%C3%B3n%20y%20manejo%20de%20ma%C3%ADces%20criollos.pdf>.
- Saguye, T. S. 2017. Analysis of farmers' perception on the impact of land degradation hazard on agricultural land productivity in Jeldu district in West Shewa Zone, Oromia, Ethiopia. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* 9(6): 111-123. doi: 10.5897/JAERD2017.0854.
- Sánchez C., S., A. Flores M., I. A. Cruz L. y A. Velázquez. 2009. Estado y transformación de los ecosistemas terrestres por causas humanas, en *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO, México, pp 75-129.
- Sandor, J. A., J. B. Norton, J. A. Homburg, D. A. Muenchrath C. S. White, S. E. Williams, C. I. Havener y P. D. Stahl. 2007. Studies of a native American runoff agroecosystem. *Geoarchaeology: An International Journal* 22(3): 359–386.
- Sandoval-Contreras, R. 2013. No sé qué pasará cuando ya no haya madera... percepciones sociales y ambientales en la región P'urhépecha. *Ambiente y Desarrollo*, 17(32), 39-53.

- Sankhayan, P.L., N. Gurung, B. K. Sitaula y O. Hofstad. 2003. Bio-economic modeling of land use and forest degradation at watershed level in Nepal. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **94**(1): 105-116.
- Santibañez, F. & P. Santibañez. 2007. Trends in Land Degradation in Latin America and the Caribbean, the Role of Climate Change. Pp. 65-81 In: Sivakumar, Mannava V. K.; Ndiangui, Ndegwa (Eds). *Climate and Land Degradation*. Springer.
- Sebastián F., P. 2010a. Cumanchen, Santa María Comachuén – una mirada al pasado. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. 83 pp.
- Sebastián F., P. 2010b. Impacto de la Comisión del Tepalcatepec, en la Meseta Purhépecha: planes, acciones y reacciones, 1947-1960. Tesis M. C., Instituto de Investigaciones Históricas, UMSNH, Morelia, Michoacán, México. 182 p.
- Seely, M. y H. Wöhl. 2004. Connecting research to combating desertification. *Environmental Monitoring and Assessment* **99**(1-3): 23–32, 2004
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM -021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis, Segunda Sección. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México. Publicado en Diario Oficial de la Federación, martes 31 de diciembre de 2002. url: <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Federal/wo69255.pdf>
- SEMARNAT. 2011. Estrategia Nacional de Manejo Sustentable de Tierras. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. url: http://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Estrategia_Nacional_de_Manejo_Sustentable_de_Tierras.pdf
- SEMARNAT. 2013. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012. México. 2013. url: http://apps1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_12/pdf/Informe_2012.pdf
- SEMARNAT. 2014. Diagnóstico del Programa de Manejo de Tierras para la Sustentabilidad Productiva. Dirección General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables Ciudad de México, junio de 2014. url: http://www.coneval.org.mx/Informes/Evaluacion/Diagnostico/Diagnostico_2014/Diagnostico_2014_SEMARNAT_F002.pdf
- SEMARNAT. 2015. Programa Nacional Manejo Sustentable de Tierras para combatir Degradación de Tierras y Desertificación en México (versión de Trabajo). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. url: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31167/pnacdd.pdf>
- SEMARNAT. 2016. NOTA. Acciones para combatir la desertificación de suelos en México. Nota periodística. url: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/acciones-para-combatir-la-desertificacion-de-suelos-en-mexico>
- SEMARNAT-CONAFOR-INE. 2007. Los efectos de las variaciones climáticas y las actividades humanas en degradación de tierras en México: Evaluación, experiencia de campo obtenida e integración de prácticas de mitigación y adaptación para la mejora de la calidad de vida. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 35 pp.
- SEMARNAT-CP. 2002. Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1:250,000. Memoria Nacional. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Colegio de Postgraduados. Méxco. 69pp.

- Siebe, C., G. Bocco, J. F. Sánchez y A. Velázquez. 2003. Suelos: distribución y potencial de uso. Pp. 127-164. En: Velázquez, G. Bocco y Torres (eds.). Las enseñanzas de San Juan: investigación participativa para el manejo integral de recursos naturales. Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAT, México.
- SINADES. 2009. Estrategia nacional para el manejo sustentable de tierra. Sistema Nacional de Lucha contra la Desertificación y la Degradación de los Recursos Naturales (SINADES). México. 133pp.
- Sivakumar, M. V. K. y R. Stefanski. 2007. Climate and land degradation – an overview. P. 105-135 In: M.V.K. Sivakumar y N. Ndegwa (eds.) *Climate and Land Degradation*. Springer.
- Smith, P., D. Martino, Z. Cai, D. Gwary, H. Janzen, P. Kumar, B. McCarl, S. Ogle, F. O'Mara, C. Rice, B. Scholes, O. Sirotenko, 2007: Agriculture. In *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Smucker, T. A., D. J. Campbell, J. M. Olson, y E. E. Wangui. 2007. Contemporary challenges of participatory field research for land use change analyses: examples from Kenya. *Field Methods* **19**: 384-406.
- Sonneveld, B.G.J.S and D.L. Dent. 2009. How good is GLASOD? *Journal of Environmental Management* **90**(1): 274-283.
- Sörensen, L. 2007. A spatial analysis approach to the global delineation of dryland areas of relevance to the CBD Programme of Work on Dry and Subhumid Lands. UNEP World Conservation Monitoring Centre. *Cambridge, UK*. 39 pp and annexes. URL: http://www.unep-wcmc.org/habitats/drylands/dryland_report_final_HR.pdf
- Stafford Smith, D. M. y J. F. Reynolds. 2002. Desertification: A new paradigm for an old problem. In: *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* (eds, Reynolds JF & Stafford Smith DM) Dahlem Workshop Report 88, Dahlem University Press, Berlin, pp. 403-424.
- Stocking, M. 2005. Field assessment of erosion and soil productivity from the perspective of the land user. pp 149-158 (Chapter 11) in Stocking, M., Helleman, H. and White, R (eds) *Renewable natural resources management for mountain communities*. Kathmandu, Nepal: ICMOD
- Stocking, M. 2007. Land degradation in the world's most acutely affected areas: impacts on human livelihoods especially in mountainous regions. Lead Presentation at UN Forum on Sustainable Land Management for Global Benefits, UN-HQ, New York, 27 March 2007, 7pp.
- Stringer, L. C. y M. S. Reed. 2007. Land degradation assessment in southern Africa: integrating local and scientific knowledge bases. *Land Degradation & Development* **18**(1): 99-116.
- Styger, E., H. M. Rakotondramasy, M. J. Pfeffer, E. C. M. Fernandes y D. M. Bates. 2007. Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **119**(3-4) 257–269
- Swinton, S. M. y R. Quiroz. 2003. Is poverty to blame for soil, pasture and forest degradation in Peru's Altiplano? *World Development* **31**(11):1903-1919.
- Tapia V.L.M., Larios G.A., Vidales F.I. 2009. El agua como recurso natural renovable y la cubierta vegetal en la zona aguacatera de Michoacán. *El Aguacatero* **12**(58):15-19. url: <http://www.aproam.com/boletines/a58.html#7>

- Tapia, N. 2016. El diálogo de saberes y la investigación participativa revalorizadora: Contribuciones y desafíos al desarrollo sustentable. Pp. 89-118 En Freddy Delgado y Stephan Rist (eds) Ciencias, diálogo de saberes y transdisciplinariedad. Aportes teórico metodológicos para la sustentabilidad alimentaria y del desarrollo. AGRUCO. La Paz, Bolivia. ISBN: 978-99954-1-728-4, url: <http://www.crim.unam.mx/patrimoniobiocultural/sites/default/files/PL7.pdf>
- Tateishi, R., Bayaer, M. A. Ghar, H. Al-Bilbisi, J. Tsendayush, A. Shalaby, A. Kasimu, N. T. Hoan, T. Kobayashi, B. Alsaaidh, Md. M. Rahman, E. Tsevengee, Y. Yamada, y S. Kajikawa. 2008. A new global land cover map, GLCNMO. p. 1369-1372. In: *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B7. Beijing 2008.* Reference: <http://www.iscgm.org/>.
- Toledo B.R., Alcántar R.J.J., Anguiano J., Chávez L.G. 2009. Expansión del cultivo del aguacate y deforestación en Michoacán. *El Aguacatero* 12(58):1-4. url: <http://www.aproam.com/boletines/a58.html#7>
- Toledo, V. M. 2005. La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales". *LEISA, Revista de Agroecología* 20(4): 16-19.
- Toledo, V.M. y N. Barrera-Bassols. 2009. La memoria biocultural: la importancia ecológica de las sabidurías tradicionales. Barcelona: ICARIA. 230 pp. url: http://era-mx.org/biblio/Toledo-_y_Barrera_2008.pdf
- Tovar C., M R. 2004. Uso de leña y su impacto en comunidades de la región purépecha, Michoacán, México. Tesis M. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 103 p. url: <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A0290E/A0290E.PDF>
- Udayakumara, E.P.N., R.P. Shrestha, L. Samarakoon, y D. Schmidt-Vogt. 2010. People's perception and socioeconomic determinants of soil erosion: A case study of Samanalawewa watershed, Sri Lanka. *Int. J. Sediment Res.* 25(4):323–339.
- UN. 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP/248. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division url: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf
- UNCCD. 1994. United Nations Convention to Combat Desertification in countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. A/AC.241/27, Paris.
- UNCCD. 2007. Report on progress of the Land Degradation Assessment in Drylands project. Note by the secretariat. Rome, Italy. url: <http://www.unccd.int/cop/officialdocs/cop8/pdf/9eng.pdf>
- UNCCD. 2012. Desertificación: Una síntesis visual. <http://www.unccd.int/Lists/SiteDocumentLibrary/Publications/Desertification-SP.pdf>
- UNCOD. 1978. Roundup Plan of Action and Resolutions. United Nations Conference on Desertification (UNCOD), 29 August – 9 September 1977. UN, New York. Disponible en: <http://www.ciesin.org/docs/002-478/002-478.html>
- UNEP. 2009. The Environmental food crisis - The environment's role in averting future food crises. Nellemann, C., MacDevette, M., Manders, T., Eickhout, B., Svihus, B., Prins, A. G., Kaltenborn, B. P. (Eds). *A UNEP Rapid Response Assessment.* United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. 101 pp. url: http://www.grida.no/_res/site/file/publications/FoodCrisis_lores.pdf

- UNEP-CBD. 2008. The Millennium Ecosystem Assessment Follow Up. A global strategy for turning knowledge into action. UNEP/CBD/COP9INF26. Note by Executive Secretary.
- UNESCAP. 2000. GLASOD classification of soil degradation. ESCAP Environment Statistics Course. Chapter Biodiversity & Land Degradation (draft). February. 5p. url: <http://www.unescap.org/stat/envstat/stwes-05.pdf>
- UNESCO. 2009. Sustainable land use and water management. ERSEC International Conference Proceeding. Beijing 2008.
- Urdal, H. 2008. Demographic aspects of climate change: environmental degradation and armed conflict. Presented at *Expert Group Meeting on Population Distribution, Urbanization, Internal Migration and Development*, The United Nations Population Division, New York, 21–23 January. Disponible: http://www.un.org/esa/population/meetings/EGM_PopDist/P18_Urdal.pdf
- USDA-NRCS. 2007. Claves para la Taxonomía de Suelos. Décima Edición, 2006. Soil Survey Staff. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales. Traducción de: C. A. Ortiz-Solorio y M. C. Gutiérrez-Castorena. 331 pp. url: http://www.iec.cat/mapasols/ca/Llibre8_9.pdf
- Van der Esch, S., B. ten Brink, E. Stehfest, M. Bakkenes, A. Sewell, A. Bouwman, J. Meijer, H. Westhoek y M. van den Berg. 2017. Exploring future changes in land use and land condition and the impacts on food, water, climate change and biodiversity: Scenarios for the Global Land Outlook. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, The Hague.
- van Lynden GWJ, Kuhlman T. 2002. Review of degradation assessment methods. FAO, Rome <http://www.fao.org/ag/agl/agll/lada/emailconf.stm>
- van Lynden, G. W. J. 2000. Guidelines for the assessment of soil degradation in central and eastern Europe. FAO-ISRIC. Report 97/08b (Revised edition). 22 pp.
- van Lynden, G., Z. Bai y D. Dent. 2010. GLADA, Global assessment of land degradation an improvement. FAO-LADA. Presentation. url: http://www.fao.org/nr/lada/index.php?option=com_docman&task=doc_download&Itemid=165&gid=278&lang=en.
- van Lynden, G.W.J. y L. R. Oldeman. 1997. Assessment of the status of human-induced soil degradation in South and South East Asia. International Soil Reference and Information Centre, Wageningen. 35 pp.
- Vargas V., S. 2007. Caracterización de los factores socioeconómicos de la desertificación en México. Informe de Proyecto. Instituto Nacional de Ecología. México. 102 pp.
- Vázquez C, M. G., L. Guzmán B., J. L. Andrés G., F. Márquez S. y J. Castillo M. 2003. Calidad de grano y tortillas de maíces criollos y sus retrocruzas. *Revista Fitotecnia Mexicana* 26(4): 231-238. url: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/610/61026403.pdf>
- Velázquez-Galindo, Y. 2014. El intercambio de “ayuda”. *Economía y organización social entre los nahuas de la Sierra Norte de Puebla, México*. *Diálogo Andino* 43: 41-50. url: <http://www.scielo.cl/pdf/rda/n43/art04.pdf>
- Verolme, H. J. H. y J. Moussa. 1999. Abordando las causas subyacentes de la deforestación y degradación forestal – Estudios de caso, análisis y recomendaciones de política. Biodiversity Action Network, Washington, DC, USA. ii + 155 pp.

- Vigiak, O. B. O. Okoba, G. Sterk y L. Stroosnijder. 2005. Water erosion assessment using farmers' indicators in the West Usambara Mountains, Tanzania. *Catena* **64**: 307–320.
- Villanueva, A. R. 2009. Sistema de instituciones indígenas de la comunidad p'urhépecha de Comachuén, municipio de Nahuatzen: propuestas para un desarrollo local con identidad. Tesis M. C. Facultad de economía "Vasco de Quiroga", UMSNH, Morelia, Michoacán, México. 152 p.
- Villarroel, T. y J. C. Mariscal. 2010. Innovación tecnológica a partir del diálogo de saberes: Pautas metodológicas y experiencias. Agroecología Universidad de Cochabamba (AGRUCO). La Paz, Bolivia. 67 p.
- Vivó-Escoto, J. A. s.a. La obra geográfica y geológica de Ramiro Robles Ramos. url: http://repositorio.fciencias.unam.mx:8080/jspui/bitstream/11154/142675/1/21V_ObraGeografica.pdf
- Vu, Q. M., Q. B. Le, E. Frossard y P. L. G. Vlek. 2014. Socio-economic and biophysical determinants of land degradation in Vietnam: An integrated causal analysis at the national level. *Land Use Policy*, 36, 605–617.
- Warren, A. 2002. Land degradation is contextual. *Land Degradation & Development* **13**: 449-459.
- Warren, A., H. Osbahr, S. Batterbury y A. Chappell. 2003. Indigenous views of soil erosion at Fandou Beri, southwestern Niger. *Geoderma* **111**(3): 439-456.
- Wessels, K.J. 2009. Comments on 'Proxy global assessment of land degradation' by Bai et al. (2008) - Letter to the Editor. *Soil Use and Management* **25**(1): 91–92.
- Wessels, K. J., S.D. Prince, J. Malherbe, J. Small, P.E. Frost y D. VanZyl. 2007. Can human-induced land degradation be distinguished from the effects of rainfall variability? A case study in South Africa. *Journal of Arid Environments* **68**(2): 271–297.
- Wessels, K. J., S. D. Prince e I. Reshef. 2008. Mapping land degradation by comparison of vegetation production to spatially derived estimates of potential production. *Journal of Arid Environments* **72**: 1940–1949.
- Wessels, K. J. 2009. Comments on 'Proxy global assessment of land degradation' by Bai et al. (2008) - Letter to the Editor. *Soil Use and Management* **25**(1): 91–92.
- Winslow, M. B. I. Shapiro, R. Thomas y S. V. R. Shetty. 2004. Desertification, drought, poverty and agriculture: research lessons and opportunities. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, 54 pgs.
- WMO. 2005. Climate and land degradation. WMO-No. 989. World Meteorological Organization. 14p.
- Wohling, M. 2009. The problem of scale in indigenous knowledge: a perspective from northern Australia. *Ecology and Society* **14**(1):1. (Online) url: <https://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss1/art1/>
- Works M y M. Hadley. 2000. Hace cincuenta años: repeat photography and landscape change in the Sierra Purépecha of Michoacán, Mexico Yearbook, Conference of Latin Americanist Geographers 26 139–55
- Yan, X. y y. I. Cai. 2015. Multi-Scale Anthropogenic Driving Forces of Karst Rocky Desertification in Southwest China. *Land Degradation & Development*. **26**(2), 193–200.
- Zagal, E. y C. Córdova. 2005. Indicadores de calidad de la materia orgánica del suelo en un Andisol cultivado. *Agricultura Técnica (Chile)* **65**(1):186-197.
- Zalpa R., G. 2002. La mitología del agua en la meseta purépecha (Michoacán). *Revista de Literatura Populares* **2**(1): 102-120, url: <http://www.rlp.culturaspopulares.org/textos/3/06-Zalpa.pdf>.

- Zamora-Natera, J. F. C. del Rio, I. Zapata, R. Rodríguez y P. M. García. 2017. Preliminary estimation of forage yield and feeding value of *Lupinus angustifolius* varieties cultivated in Jalisco, México, during the cool season. *Legume Research-An International Journal* 40(6): 1060-1065. 10.18805/lr.v0iOF.9111.
- Zhang ,Y., Z. Chen , B. Zhu, X. Luo, Y. Guan, S. Guo y Y. Nie. 2008. Land desertification monitoring and assessment in Yulin of Northwest China using remote sensing and geographic information systems (GIS). *Environ. Monit. Assess.* 147:327–337.
- Zhenqiang, M. W. Jing y L. Yanxia. 2004. Analysis of land cover change and land degradation in HengShan County Based on RS and GIS. Pp. 3444-3447 *In: 2004 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium Proceedings*. Anchorage, Alaska.
- Zika, M. y K. H. Erb. 2009. The global loss of net primary production resulting from human-induced soil degradation in drylands. *Ecol. Econ.* 69: 310–318.
- Zurayk, R., F. el-Awar, S. Hamadeh, S. Talhouk, C. Sayegh, A. G. Chehab y K. A. 2001. Using indigenous knowledge in land use investigations: a participatory study in a semi-arid mountainous region of Lebanon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 86(3): 247–262.

ANEXO 1
FORMATO ENTREVISTA A JÓVENES

Fecha: ____ / ____ / 2009

Datos Generales del Entrevistado

Nombre		Edad	
Lugar de residencia		Escolaridad	
Actividades		Otros	

NOTA para los entrevistados cooperantes: (1) *Las respuestas pueden ser concretas o breves con base en su experiencia y conocimiento de la comunidad;* (2) *Las respuestas serán reflejadas en un análisis sin referencia personal.*

PREGUNTAS

1.- ¿Cuáles son los principales problemas para los jóvenes de Comachuén?
R.-

2.- ¿Cómo se encuentran el bosque actualmente?
R.-

3.- ¿Por qué ocurre la deforestación ilegal?
R.-

4.- ¿Quiénes intervienen en la deforestación ilegal?
R.-

5.- ¿Cómo se encuentran las tierras en cuanto a su calidad y conservación?
R.-

¿Por qué?
R.-

6.- ¿Cómo es la organización comunal actualmente?
R.-

7.- ¿Cómo está la agricultura de la comunidad actualmente?
R.-

8.- ¿Posees tierra o bosque propio o heredado?
R.-

9.- ¿Cómo afectan los problemas a la comunidad (p. Ej. Deforestación)?
R.-

10.- ¿Cómo afectan los problemas a la calidad del bosque y las tierras?
R.-

- 11.- ¿Has salido de la comunidad por algún tiempo? – (Si____)(No____)
¿Por cuánto tiempo y a dónde?
R.-
- 12.- ¿En qué forma te ha cambiado tu forma de pensar?
R.-
- 13.- ¿Qué se ha hecho en la comunidad para detener la deforestación?
R.-
- 14.- ¿Qué alternativas habría a la deforestación?
R.-
¿Quién debería tomar la iniciativa?
R.-
- 15.- ¿Qué alternativas habría para mejorar la agricultura?
R.-
¿Cómo se podría llevar a cabo?
R.-
- 16.- ¿Qué piensas de la cultura purépecha?
R.-
- 17.- ¿Son diferentes las formas de pensar de los mayores (viejos) y los jóvenes?
R.-
¿Por qué?
R.-
- 18.- ¿Qué te gustaría hacer cuando seas más grande de edad?
R.-
- 19.- ¿En qué cosas te gustaría que mejorara la comunidad?
R.-
- 20.- Comentarios adicionales:
R.-

;;;;;Muchas gracias por su cooperación;;;;;

ANEXO 2
FORMATO ENTREVISTA A ADULTOS

NOMBRE: _____

Fecha:	
Comunidad:	Comachuén

DATOS GENERALES DEL ENTREVISTADO:

Nombre:	Edad:	Escolaridad:
Actividades Económicas:	¿Habla lengua indígena? <input type="checkbox"/> Habla y entiende <input type="checkbox"/> Sólo entiende <input type="checkbox"/> No habla ni entiende	Purépecha ¿Por qué?
Actividad principal:	Total de hijos e hijas:	Total dependientes económicos:
Otros datos:	Total personas que viven con él:	

PREGUNTAS BASICAS:

1	Vamos a hablar de tierras: ¿Qué tan importante son las tierras para usted?
2	¿Cuáles clases de tierras hay en su comunidad?
3	¿Están degradadas esas tierras? <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> REGULAR
4	¿Por qué han sido degradadas esas tierras?
5	¿Les han funcionado los fertilizantes?
6	¿De qué manera afectan los fertilizantes a la tierra?
7	¿Cómo se hacen corrientes las tierras? <u>Por la lluvia.</u> <u>Por el viento.</u> <u>Otra causa.</u>
8	¿Cómo reconoce las tierras cuando son buenas o cuando son corrientes?
9	Tierras buenas ¿Dónde?
10	Tierras deslavadas ¿Dónde?
11	¿Cómo les afecta que las tierras se hayan deforestado y se hayan deslavado? 11.1. En la comunidad: 11.2. En la familia:
12	¿En qué afecta que las tierras se hayan deforestado y se hayan deslavado?
13	¿Ha habido programas de conservación de tierras?
14	¿Qué beneficios le da el monte a la comunidad?
15	¿Las tierras de monte han sido degradadas?

16	¿Ha habido cambios en los manantiales o en el agua?
17	¿Qué se puede hacer para recuperar o restaurar esas tierras?
18	Manejo de los sistemas productivos: 18.1. Cultivos y huertos: 18.2. Monte o bosque: 18.3. Ganado y animales de trabajo: 18.4. Madera o artesanía:
19	Cultivos: ¿Cuáles?
20	Problemas con cultivos:
21	Problemática en torno a las tierras:
22	Problemática socioeconómica:
23	Problemática socio-cultural
24	Problemática con autoridades
25	PARAJES, CERROS U OTROS
26	DATOS ADICIONALES SOBRE HISTORIA DEL MANEJO DE LA TIERRA
27	ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE LA TIERRA

Entrevistador _____

ANEXO 3
RELACIÓN DE PERSONAS ENTREVISTADAS EN LA COMUNIDAD DE
COMACHUÉN

Jóvenes

#	Nombre	Edad	Escolaridad	Actividad principal	Residencia
1	Salvador Guzmán Ramos	19	Preparatoria	Estudiante	Uruapan
2	Jorge Nicolás Gabriel	20	Licenciatura	Estudiante	Comachuén
3	José Domingo Reyes Cruz	18	Secundaria	Estudiante, deportista	Comachuén
4	Juan Carlos Santiago Cruz	20	Preparatoria	Estudiante, talamonte	Comachuén
5	Santiago Zavala Ramos	20	Preparatoria	Campesino, estudiante	Comachuén
6	José Carlos Ruíz Reyes	29	Licenciatura	Estudiante	Comachuén
7	Francisco Felipe González	29	Universidad	Maestro	Comachuén
8	Jesús Cruz Sebastián	23	Licenciatura	Estudiante	Comachuén
9	Reinal Cruz Nicolás	21	Secundaria	Campesino	Comachuén
10	Francisco Morales Basilio	27	Bachillerato	Músico	Comachuén
11	Herlindo Baltazar Felipe	26	Preparatoria	Músico	Comachuén
12	Adrián Ruíz Reyes	24	Normal	Estudiante	Comachuén
13	Salvador Ruíz Reyes	27	Licenciatura		Comachuén
14	Juan Pablo Felipe Sebastián	20	Superior	Estudiante, campesino	Comachuén
15	Gloria Sebastián Felipe	27	Preparatoria	Estudiante	Comachuén
16	Gabriel Sebastián Felipe	39	Primaria	Músico, campesino	Comachuén
17	Daniel Sebastián Felipe	29		Músico	Comachuén
18	Juan Hernández González	19	Preparatoria	Estudiante	Comachuén
19	Antonio Nicolás Morales	27	Bachillerato	Carpintero	Comachuén
20	Antonio Barajas González	18	Secundaria	Deportista	Comachuén
21	Jesús Chávez Vargas	26	Secundaria	Carpintero	Comachuén
22	Isidro Vargas Felipe	27	Secundaria	Campesino	Comachuén
23	Juan Sebastián Cruz	25	Secundaria	Campesino	Comachuén
24	Isabel Zavala Alonso	19	Licenciatura	Estudiante	Comachuén
25	Rosalinda Olivares Sánchez	29	Licenciatura	Maestra	Cherán
26	Víctor Felipe Cruz	20	Licenciatura	Estudiante, Músico	Comachuén, Morelia

Adultos

Núm	Nombre	Edad	Escolaridad	Actividad principal	Purépecha
1	Ismael González Hernández	70	Sin estudios	Campesino	Sí
2	Santiago Julián Contreras	49	Secundaria	Campesino, carpintero	Sí
3	José Francisco Reyes Vargas	65	3ro primaria	Carpintero	entiende
4	Salomón Basilio Cruz	26	Primaria	Campesino	Sí
5	Aurelio González Chaves	97	Sin estudios	Campesino, sólo ayuda	Sí
6	Francisco Felipe Avilés	42	Secundaria	Campesino	Sí
7	Pedro Nicolás Vargas	41	Secundaria	Campesino, comerciante	Sí
8	Vladimiro Felipe Cruz	43	Secundaria	Jardinero, campesino	Sí
9	Gildardo Avilés Reyes	66	2do Primaria	Campesino	Sí
10	Salvador Ramos Felipe	54	Sin estudio	Campesino	Sí
11	José Cruz Chaves Gonzales	55	Primaria	Campesino	Sí
12	Andrés Cortes Ramos	60	Sin estudios	Campesino	si
13	Jesús Ramos Nicolás	72	Sin estudios	Campesino	Sí
14	Tranjelino Sebastián Felipe	50	Primaria	Campesino	sí
15	Bonifacio Felipe Sánchez	63	Primaria	Campesino	Sí
16	Filemón González Sánchez	61	Primaria	Campesino	si
17	Valentín Cruz Sebastián	40	Secundaria	Campesino	sí
18	Domingo Sebastián Felipe	73	Primaria	Campesino	Sí
19	Ubaldo Felipe Cruz	46	Secundaria	Locutor, campesino	Sí
20	Wenceslao Basilio Baltazar	63	2do. Primaria	Campesino	Sí
21	Dolores Cruz Nicolás	55	Primaria	Comerciante	Sí
22	Amparo Sánchez Ramos	43	3ro. Primaria	Ama de casa	Sí
23	Francisca Rincón Sebastián	38	5to. Primaria	Ama de casa	Sí
24	Lucía Felipe Avilés	42	Secundaria	Comerc. y ama de casa	Sí
25	Socorro Fabián Sebastián	51	1ro. Primaria	Ama de casa y costurera	Sí
	EQUIPO BASE				
26	José Luis Sebastián Felipe	43	Secundaria	Campesino, músico	Sí
27	Asunción Sebastián Felipe			Campesino, músico	Sí
28	Aureliano Hernández	68		Varios, campesino	Sí
29	Francisco Reyes	55	Ing. Agr	Promotor, campesino	sí
30	Leodegario Sebastián Felipe	68		Músico, campesino	Sí

ANEXO 4

DATOS COMPLEMENTARIOS SOBRE EL PROCESAMIENTO DE MADERA EN COMACHUÉN

CONTEO

Pregunta a responder:

¿Cuántas familias dedicadas al corte-(venta en la misma comunidad) de madera?

Calle No.	Nombre	Barrio	No. familias	Revendedores
1	Ignacio Zaragoza	De arriba	35	-
2	Matamoros	De arriba	31	-
3	Vasco de Quiroga	De arriba	25	2
4	Morelos	De abajo	34	-
5	Emiliano Zapata	De abajo	36	-
6	Revolución	De abajo	13	-
7	Independencia	De abajo	16	-
Total			210	

Total de familias que se dedican al corte de madera es de: 210

Nota 1. Se estima que del total de familias dedicadas al corte de madera la distribución por tamaño de trozos es: El 25% corta el trozo de 400cm; El 25% corta el trozo de 100cm; El 25% corta el trozo de 60cm; El 25% corta el trozo de 40cm.

Nota 2 Del 100% de las familias que se dedican al corte de madera: el 90 % se utiliza para barrotes y el 10 % para fábrica de muebles.

MUESTREO (TROZOS) EN TALLERES

Pregunta a responder: ¿Cuánta madera se trabaja y vende en la comunidad?

Tamaño 1			Tamaño 2			Tamaño 3		
Largo (cm)	Ancho (cm)	Precio* (\$)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Precio* (\$)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Precio* (\$)
100	50	100	61	50	70	40	50	65
100	45	85	61	45	65	40	45	60
100	40	70	61	40	60	40	40	55
100	35	65	61	35	55	40	35	45
100	30	50	61	30	40	40	30	40
100	25	40	61	25	30	40	25	30
100	20	35	61	20	25	40	20	20

*Precio local aproximado por pieza.

Notas

En todos los casos la cantidad por semana de trozos utilizados varía de 20 a 30.

Del trozo de 100 cm cortan 2 trozos de 40 cm y el resto lo ocupan para hacer patitas (pieza torneada de 12 cm)

Del trozo de 100 cm se corta un trozo de 80 cm y el resto lo ocupan para hacer patitas (pieza torneada de 12 cm)

BARROTES Producción y precio por tamaño

Cantidad y precio	TAMAÑO 1 (de 100cm.)	TAMAÑO 2 (61 cm de largo y 4. cm X 4.5cm de grosor)	TAMAÑO 3 (40 cm de largo y 4.5 cm X 4.5cm de grosor)
Barrotes obtenidos por trozo	8 a 12	25	25
Barrotes almacenados por mes	1,000	2,000	2,000
Precio por barrote (\$)		2	1.5
Precio por docena (\$)		24	18
Precio por ciento (\$)		200	180

Nota: Todo el barrote que se obtiene en la comunidad, se vende fuera.

TORNEADOS – Producción y precios

Producción, precio y lugar de venta	TAMAÑO 1 (de 100 cm.)	TAMAÑO 2 (de 61 cm.)	TAMAÑO 3 (de 40 cm.)	TAMAÑO 4 (de 12 cm.)
Piezas por semana	500	1,750	-	-
Por juego*	90.00	-	-	-
Por pieza	-	2.50	1.80	0.50
Por docena	-	30.00	21.00	6.00
Por ciento	-	250.00	180.00	50.00
Lugar de venta	Quiroga	Quiroga	Quiroga	Quiroga

* El juego consiste en: 4 patas de 73 cm de largo y 8cm X 8cm de grosor, y 2 tablas de 200cm de largo y 8cm de largo, 2 tablas de 150cm de largo y 8cm de ancho.

RESUMEN – Estimaciones de ingresos en la comunidad por concepto de procesamiento de madera.

¿Cuántos torneados se realizan por año?	Aproximadamente 2,040,000 torneados.
¿Cuántos torneados se venden por año?	2,040,000
Ingreso aproximado a la comunidad por año:	\$3,060,000 pesos.

Nota: Todo el torneado que se genera en la comunidad, se vende con los compradores (revendedores) de la comunidad para posteriormente ellos venderlo en Quiroga con un precio más alto de lo que pagan ellos.

MUEBLES de madera que se elaboran en l comunidad

<p>Tipo de mueble: ROPERO cantidad elaborada por mes: ¿Donde lo venden? EN EL PUEBLO</p> <p>Tipo de mueble: VENTANA cantidad elaborada por mes: ¿Donde lo venden? EN EL PUEBLO Precio por pieza</p> <p>Tipo de mueble: PUERTA cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta? EN EL PUEBLO</p> <p>Tipo de mueble: COMEDOR cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta? EN EL PUEBLO</p> <p>Tipo de mueble: COMEDOR REDONDO cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta?</p>	<p>Tipo de mueble: TOCADOR cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta? EN EL PUEBLO</p> <p>Tipo de mueble: CAMA cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta? EN EL PUEBLO</p> <p>Tipo de mueble: ESCRITORIO cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta?</p> <p>Tipo de mueble: CURIOSIDADES cantidad elaborada por mes: Precio por pieza ¿Lugar de venta?</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

ANEXO 5

DESCRIPCIÓN DE PERFILES

DE SUELO DE COMACHUÉN 2009

**NOTA- Consiste de aproximadamente 50 p.
¡solo se incluye Perfil 1 como ejemplo!**

----NO IMPRESO-----

CIGA – UNAM

PERFIL 1

Fecha: 29 de enero de 2009.

Predio:	“EL POZO”	Dueño:	Francisco Reyes (predio rentado)
	Clase de tierra: <i>caliente</i> Clase de tierra: <i>topure</i>		Sistema de cultivo: <i>Año con año</i> , manejo orgánico

DATOS DEL SITIO:

Uso:	Cultivo de maíz de humedad, con manejo orgánico	Ubicación (coordenadas):	
Clima:		Altitud:	
Vegetación:		Pendiente:	
Relieve:		Exposición:	
Drenaje:	Sitio normal	Datos adicionales:	En el momento de la descripción había residuos de cosecha (rastrojo de maíz).
Condición de erosión:			



Foto de sitio del perfil 1.
(Foto DSC05258 del 29-Ene-09)

INTERPRETACIÓN DEL PRODUCTOR ACOMPAÑANTE (Aureliano Hernández)

Prof. (cm)	Descripción
0	
3	Seco (polvo o <i>topure</i>). Es polvo porque está seco, y está seco por el sol, pero poco espeso porque acaba de llover. Medianamente húmedo Más húmedo que arriba porque no se calienta.
15	Más húmedo (normal) Más <i>charanda</i> que capa 4.
25	Más húmedo (normal) --¿Por qué es diferente?--
37	Más húmedo (normal) --¿Por qué es diferente?--
47	Igual húmedo, pero más pegajoso (en húmedo) y más negra Más pegajoso, y no deja pasar el agua (menos permeable). Es "otra tierra".
87	Tepetate = "Scheri no choperi" Tiene humedad
107	Tepetate duro = "Scheri choperi" Tiene humedad ----¡¡¡¡Más abajo debe haber más¡¡¡¡----
120	

NOTA: Foto DSC05255 del 29 Ene 2009

VALORACIÓN DEL PRODUCTOR:

- * Conclusión: Es una tierra de *topure*, un poco deslavada pero todavía es buena Para cultivo de maíz y otros anuales?--).

COMENTARIOS ADICIONALES DEL PRODUCTOR:

- * A lo mejor en 200 años se deslava unos 20 cm.
- * Estas tierras ya están deslavadas.
- * El deslave se va a Arantepakua (pueblo ubicado en la planicie intermontana). Allá tienen la "riqueza" de la tierra.

DESCRIPCIÓN TÉCNICA (Juan Pulido)

(PONER LOS DATOS QUE RESULTEN DE LAS DETERMINACIONES ORGANOLÈPTICAS)

Prof. (cm)	Descripción
0	Capa superficial seca.
Ah	Mixta, granular y masiva <i>qsdb</i> s medios y finos, muy débilmente desarrollados, suelta y suave, se rompen bajo poca presión. Franca (al tacto); Color en seco 10YR 5/3 (pardo); color en húmedo---; Abundantes raíces medias y finas. Límite plano y abrupto.
10	
Bw1	Mixta, masiva <i>qsdb</i> s de muy finos a muy gruesos, que se rompen bajo ligera presión, y granular de medios a muy finos. Color en seco 10YR 5/3.5 (pardo); color en húmedo---; Raíces medias y finas comunes. Límite lig. ondulado y claro.
34	
Bw2	Mixta, masiva <i>qsdb</i> s de muy finos a muy gruesos, que se rompen bajo ligera presión, y granular de medios a muy finos. Color en seco 10YR 5/4 (pardo amarillento); color en húmedo---;
58	
BC	Mixta, masiva <i>qsdb</i> s de muy finos a muy gruesos, que se rompen bajo moderada a fuerte presión, y granular de medios a muy finos. Color en seco 10YR 5/4 (pardo amarillento); color en húmedo---; recubrimientos de arcilla
90	
R1	Mixta, bloques subangulares de muy finos a gruesos y granular de muy a finos a medios. Se rompen con fuerte presión. Color en seco 10YR 5/3 (pardo); color en húmedo---; Hay presencia de raíces, escasas muy finas.
110	
R2	Masiva, muy dura. Color en seco 10YR 5/1 (gris);
120	

NOTA: Foto DSC05255 del 29 Ene 2009

*qsdb*s: abreviatura de “que se disgrega a bloques subangulares”

COMENTARIOS:

JPS. ¿Es buena allá la tierra?.

- * AH. No en todas partes, sólo en donde se detiene la tierra (aluvión).
- * JPS. “Vamos a hacer unas pruebas de infiltración en tierras de cultivo y de monte”.
- * AH. “Yo lo que necesito saber es qué le voy a echar para que la tierra me dé buena fruta”.

ANEXO 6

DATOS DE RENDIMIENTO DE MAÍZ PARA PRUEBA DE MANN-WHITNEY

	MANEJO	SITIO	DENSI PLAN pl/ha	ALTURA PLAN m/pl	REND TOTAL kg/ha	REND MAZO kg/ha	REND GRANO kg/ha
orgánico	3	1	29229	2.46608	9272.3	4135	3679.6
orgánico	3	2	30544	2.23808	9462.7	4650	4081.9
orgánico	3	3	31217	2.33949	7170.2	3484.4	3053.9
químico	2	4	39964	2.33949	8049	3680.6	3122.3
químico	2	5	33657	2.57908	7398.5	3154	2771.7
testigo	1	6	21445	2.07472	4023.3	1663.7	1423.3
orgánico	3	7	34353	2.56998	10289	4715	4092.5
químico	2	8	27319	2.17649	8702.4	3847.6	3435.6
GRUPO A (QUÍMICO)		3122	2771	3435			n1= 3
GRUPO B (ORGÁNICO)		3679	4081	3053	4092		n2= 4

ORDENAR DE MENOR A MAYOR

VALORES	2771	3053	3122	3435	3679	4081	4092
RANGO	1	2	3	4	5	6	7
GRUPO	A	B	A	A	B	B	B

SUMAR RANGOS GRUPO A: $R_1 = 8$
 SUMAR RANGOS GRUPO B: $R_2 = 20$

CALCULAR U_1 y U_2 :

$$U_1 = n_1 * n_2 + (n_1(n_1+1)/2) - R_1 \qquad U_1 = 3*4 + (3(3+1)/2) - 8 \qquad U_1 = 12 + 6 - 8 = 10$$

$$U_2 = n_1 * n_2 + (n_2(n_2+1)/2) - R_2 \qquad U_2 = 3*4 + (4(4+1)/2) - 20 \qquad U_2 = 12 + 10 - 20 = 2$$

como U_2 es el más pequeño es el que se escoge

U de Tabla = 0.114

H_0 = Los valores promedio de rendimiento de maíz con manejo químico y orgánico son iguales.
 H_1 = Los valores promedio de rendimiento de maíz con manejo químico y orgánico son diferentes.

DECISIÓN: Como el valor de U es > 0.05 , se acepta la H_0 , esto es, no hay diferencia significativa entre ambos tipos de manejo sobre el rendimiento de maíz.