



Revista de Geografía Agrícola

ISSN: 0186-4394

rev_geoagricola@hotmail.com

Universidad Autónoma Chapingo

México

Martínez Santiago, José; Licona Vargas, Atenógenes Leobardo; González Santiago, María Virginia; Becerra Moreno, Antonio; Pérez Godínez, Edmundo Arturo; Patlán Martínez, Elia
Diagnóstico de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa, Ñuu Ndeku, Ñuu Savi, Oaxaca
Revista de Geografía Agrícola, núm. 55, julio-diciembre, 2015, pp. 7-25
Universidad Autónoma Chapingo
Texcoco, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75749286002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Diagnóstico de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa, Ñuu Ndeku, Ñuu Savi, Oaxaca

José Martínez Santiago¹
Atenógenes Leobardo Licona Vargas²
María Virginia González Santiago¹
Antonio Becerra Moreno³
Edmundo Arturo Pérez Godínez⁴
Elia Patlán Martínez¹

Resumen

La degradación de tierras es un problema global de primer orden, por lo que el objetivo de esta investigación fue generar un diagnóstico de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa. Su tratamiento metodológico ha considerado: 1) la caracterización morfométrica de la cuenca y de los procesos socioculturales; 2) la generación de cartografía, clasificación y caracterización de tierras campesinas; 3) el inventario y la caracterización general de la degradación; 4) la evaluación detallada de los tipos de degradación más importantes, y 5) el análisis, la discusión y la sistematización de resultados. La comprensión de este problema complejo, donde interactúan sistemas biofísicos y socioeconómicos, ha derivado en un proceso transdisciplinario, en el cual la participación de expertos locales del territorio ha sido fundamental. La declinación de la fertilidad y la erosión hídrica son los principales tipos de degradación presentes; además, se prevé que éstas aumentarán debido a que las causas principales (abandono de tierras y carencia de mano de obra) son más intensas a medida que aumenta la migración (causa subyacente), la cual no cesa y permanece constante. De esta manera, se encuentra en riesgo un gran patrimonio biocultural, que se erosiona ante la aplicación del modelo de desarrollo basado en la modernidad y el progreso.

Palabras clave: degradación de la tierra, erosión, declinación de la fertilidad, cromatografía de suelos, etnoedafología.

A diagnosis of land degradation in Oaxaca: the case of the Yute Ndaa, Ñuu Ndeku, Ñuu Savi Watershed

Abstract

Land degradation is a first order global problem. The objective of this piece of research was to generate a diagnosis of land degradation in the watershed of *Yute Ndaa*. The methodological approach considered i) morphometric characterization of the watershed and sociocultural processes, ii) mapping, classification and characterization of the peasant land, iii) inventory and general characterization of degradation, iv) detailed evaluation of the types of major degradation, and v) analysis, discussion and systematization of results. The understanding of this complex issue, where biophysical and socio-economic systems

¹ Departamento de Agroecología-Universidad Autónoma Chapingo.

² Departamento de Agroecología-Universidad Autónoma Chapingo (lateno_6o@yahoo.com.mx).

³ Departamento de Suelos-Universidad Autónoma Chapingo.

⁴ Departamento de Preparatoria Agrícola-Universidad Autónoma Chapingo.

interact, has led to a transdisciplinary process in which the participation of local experts from the territory is essential. Fertility decline and water erosion are the main types of degradation in the area, and its rate is expected to increase due to land abandonment and lack of labor force caused by intense migration, a situation that may remain, thus risking the great biocultural heritage already threatened by “modernity” “progress” and “development”.

Keywords: land degradation, watershed, erosion, fertility decline, soil chromatography, ethnoedaphological studies.

Introducción

La gran crisis por la que atraviesa la humanidad ha generado graves problemas a escala planetario: la degradación de las tierras, uno de los más graves; se le conoce así a la pérdida de procesos bio-físicos que procuran el equilibrio dinámico de la tierra y que, a su vez, permiten recursos básicos para la subsistencia humana.

Este proceso generalizado de deterioro de la tierra —también conocido como desertificación en las zonas áridas y semiáridas del mundo— afecta la capacidad biológica de los ecosistemas, lo que ocasiona el deterioro económico y social de los pueblos.

En la actualidad, la degradación de la tierra se extiende en una tercera parte de la superficie terrestre, es decir, afecta a más de 2 600 millones de personas en más de 100 países (fmam, 2009), sobre todo a la población más marginada socialmente. Al ritmo actual de degradación, en dos siglos se habrán agotado todas las tierras productivas del planeta (Duarte, 1990).

México es uno de los países con mayor deterioro, pues más de dos terceras partes de su superficie se encuentran degradadas (Semarnat y cp, 2002; Semarnat y UACH, 2003; Becerra, 2005) y la Nuu Savi (Nación de la lluvia) —mal llamada Mixteca—⁵ es uno de los focos rojos de degradación ambiental a escala mundial.

Lo anterior resulta paradójico si se considera la gran riqueza biológica y cultural que posee la región (endemismos biológicos y variantes

lingüísticas dan cuenta de ello); sin embargo, es una de las más marginadas y de las que más sufre el abandono de su población.

Según Martínez (1988) y Martínez *et al.* (2006), más de 45% de las tierras en la Nuu Savi presentan erosión alta, 38% erosión moderada y 17% signos de erosión severa. Contreras (1996) señala que se pierden 200 ton ha⁻¹ · año⁻¹ de suelo, y Astorga (s. f.) estima la pérdida de suelo en dos centímetros durante cada temporal por efecto de las lluvias y vientos.

La Nuu Savi cuenta en Oaxaca con 155 municipios, de los cuales, 99 (63.87%) registran alto grado de marginación, 31 (20%) muy alto grado, 23 (14.84%) grado medio y sólo 2 (1.29%) grado bajo. Asimismo, es una de las regiones con mayor intensidad migratoria: 18 municipios registran muy alto grado, 14 alto grado, 20 grado medio, 42 bajo, 56 muy bajo y tan sólo 5 nula intensidad migratoria (Alvarado, 2008).

Dentro de la Nuu Savi, la microcuenca del río Yute Ndaa es parte de la Región Prioritaria para la Conservación-125 (Arriaga *et al.*, 2000) y una de las 22 Regiones Bioculturales Prioritarias (Boege, 2008), contemplada por ser uno de los macizos de encinares y coníferas más conservados y diversos, por su capacidad de recarga de agua y por coincidir con centros de origen, diversidad biológica y de especies cultivadas. El conocimiento para la región es escaso y no se cuenta con datos precisos acerca del estado actual y la problemática ambiental, por lo que el análisis integral de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa tiene gran relevancia.

⁵ El término *mixteco* (o *mixteca*) deriva de la lengua náhuatl y para los hablantes del Tu'un Nuu Savi (palabra de la nación de la lluvia) no tiene ningún significado (Tatyisavi, 2015).

El objetivo de esta investigación se centró en la generación de un diagnóstico del estado actual de la degradación de la tierra para la planeación comunitaria. La comprensión de la totalidad de este problema, el cual está inmerso en un círculo vicioso de mala política de desarrollo, degradación de la tierra, pobreza económica y migración, ha llevado al tratamiento de sistemas complejos y con ello a cruzar varios ángulos de análisis que han devenido en un proceso transdisciplinario.

El planteamiento metodológico de esta investigación ha considerado las siguientes etapas: 1) trabajo en gabinete, 2) generación del mapa base, 3) caracterización de la

degradación, 4) evaluación de los procesos y 5) sistematización de resultados; cada una de las cuales se describen enseguida.

Materiales y métodos

Localización del área de estudio

La microcuenca se sitúa entre los 17°21'30" y 17°17'15" de latitud norte, y los 97°29'56" y 97°26'10" de longitud oeste; es tributaria de la subcuenca del Río Sordo, que a su vez forma parte de la cuenca del río Verde-Atoyac, la cual forma parte del territorio Ñuu Savi y representa casi 20% del estado de Oaxaca (figura 1).

Figura 1. Microcuenca del Yute Ndaa



Fuente: Elaboración propia con base en el siatl y Google Earth.

La microcuenca se encuentra en la provincia fisiográfica Sierra Madre del Sur, más específicamente en la Subprovincia Mixteca Alta; se caracteriza por ser una sierra alta compleja y de cumbres tendidas; en menor medida se

encuentran lomeríos con cañadas. El agua ha labrado su red de drenaje sobre material parental de origen sedimentario, principalmente calizas. Las tierras en su mayoría corresponden a los leptosoles, caracterizados por ser delgados, poco

desarrollados, jóvenes y propensos a la erosión. Hacia la parte baja de la microcuenca —donde la pendiente es más suave— se han desarrollado tierras de tipo luvisol (*Mapa Digital de México* versión 6.1, publicado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, consultado en línea).

El clima predominante corresponde al templado subhúmedo con lluvias en verano, el más húmedo de los subhúmedos $C(w_2)(w)b$, y, en una franja muy pequeña en la parte alta de la microcuenca, predomina el semifrío subhúmedo con lluvias en verano $C(E)(w)$. Hacia la parte baja de la microcuenca también se encuentra el subhúmedo con lluvias en verano $C(w_2)(w)(b')$, con una temperatura media anual de 12 a 18°C.

La precipitación media anual, obtenida a través del método del polígono de Thiessen con las estaciones más cercanas, es de alrededor de 720 mm. Con ayuda del Sistema de Flujo de Agua (siatl) también se logró determinar la precipitación media mensual y la temperatura.

En cuanto a la vegetación y uso del suelo, en la parte alta se encuentra una franja de bosque de pino-encino, y una asociación de bosque de pino con vegetación secundaria; en la parte media de la cuenca hay una gran franja de bosque de pino-encino asociado a vegetación secundaria y hacia la parte baja, en el cerro conocido como Yuku Luli (Cerro chiquito), bosque de *Juniperus* y matorral.

Método

Resulta conveniente advertir que, en la búsqueda de estrategias para generar un diagnóstico integral de la degradación de la microcuenca, se han yuxtapuesto diversas corrientes metodológicas con el fin de que brinden mayores elementos para entender la realidad compleja.

Si bien la metodología assod (Van Lynden y Oldeman, 1997), utilizada para evaluar la degradación de la tierra a nivel nacional, resulta un punto de partida para el análisis general, el tratamiento a nivel local ha integrado otros

métodos y otras escalas que ofrecen mayor detalle respecto a la problemática y que dan elementos para su monitoreo en un futuro.

Un elemento metodológico central que se suma es la participación de actores de la microcuenca, a quienes consideramos expertos locales del territorio, lo cual se ha logrado mediante la inserción intercultural profunda (Mijangos, 2006). Esto difiere de la metodología assod, que considera el apoyo de expertos profesionales de instituciones gubernamentales o educativas.

El trabajo se desarrolló en cinco etapas, las cuales se describen a continuación.

Etapas 1. Trabajo en gabinete

Se llevó a cabo una caracterización sociocultural y morfométrica de la microcuenca para describir aspectos históricos, demográficos, económicos, etnográficos y físico-bióticos, los cuales dieron respuesta a las preguntas: ¿cómo es la microcuenca? y ¿cuáles son los elementos que la conforman? Esto nos permitió una lectura preliminar del problema de la degradación de la tierra. En estos estudios básicos de nuestra labor se recurrió principalmente a publicaciones, cartografía y bases de datos del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, consultados en línea.

Etapas 2. Levantamiento etnoedafológico

Se ha partido de la generación de un mapa base a partir de la cartografía local. Los principios de la etnoedafología (Ortiz, 1991) y de la cartografía de tierras campesinas (Pájaro y Ortiz, 1987; Pájaro, 1990 y 2009; Licona, 1991 y 2007) han sido fundamentales. Para la elaboración del mapa de tierras campesinas se efectuaron cuatro transectos con expertos locales en diferentes paisajes, parajes y unidades de escurrimiento de la microcuenca; asimismo, se identificaron y delimitaron áreas con características edáficas y ambientales homogéneas.

En esta etapa se promovió el diálogo con el fin de generar una visión compartida con la comunidad acerca del concepto *cuenca* y comprender cómo lo perciben, cómo lo nombran, cómo diferencian sus tierras y sus paisajes. Se buscó dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿Qué es la cuenca?, ¿qué es la tierra?, ¿cuáles son los principales tipos de tierra en la cuenca?, ¿cómo las diferencian?, ¿qué paisajes o parajes se encuentran dentro de la cuenca?, ¿cuál es la historia de manejo en el paraje?

Etapa 3. Inventario y caracterización general de la degradación

De manera paralela y complementaria a la etapa anterior, los expertos valoraron los principales procesos de degradación de la tierra, así como sus causas y sus consecuencias. En los transectos mencionados se identificaron los principales procesos de degradación. En esta etapa se buscó responder las siguientes preguntas: ¿se encuentra deteriorada la tierra?, ¿por qué se deteriora?, ¿cuáles son los procesos que mantienen la integridad o el deterioro de la tierra?, ¿cuáles son los principales tipos de degradación de la tierra?, ¿qué incentiva a proteger la tierra?, ¿cuáles son los efectos de la degradación de la tierra?

Etapa 4. Evaluación de los procesos de degradación más importantes

Se estudiaron de manera detallada dos de los procesos que más afectan en la microcuenca: la erosión hídrica y la declinación de fertilidad, para lo cual fue necesario describir sitios de interés. En cada una de las clases de tierra se llevó a cabo un muestreo dirigido de donde se tomaron muestras compuestas de suelo y se caracterizaron los sitios según aspectos de ubicación, características del suelo (textura, color, pedregosidad, infiltración), pendiente, vegetación (cobertura, tipo de vegetación) y prácticas de conservación. En total se describieron 42 sitios de muestreo, para las 11 clases de tierra identificadas. Para ello se

contó con la colaboración de propietarios de parcelas, representantes del Comisariado de Bienes Comunales y el presidente del Consejo de Vigilancia.

Para evaluar el nivel de afectación, la extensión y la tasa de degradación se utilizó el marco planteado por assod (Van Lynden y Oldeman, 1997), mientras que los factores causativos fueron identificados y descritos por expertos de la comunidad.

Análisis del proceso de pérdida de fertilidad

El estudio detallado del proceso de declinación de la fertilidad de la tierra se efectuó mediante dos tipos de análisis: con base en los procedimientos contenidos en Castellanos *et al.* (2000) y por medio de la cromatografía de suelos desarrollada por Pfeiffer y colaboradores, así como documentada por Restrepo y Pinheiro (2011) y Lübke *et al.* (2012). Se analizaron 84 muestras correspondientes a dos profundidades (0-10 y 10-20 cm) de 42 sitios de muestreo distribuidos en las 11 clases de tierra. Las muestras fueron analizadas con dos tamaños de papel filtro (#1 y #4), por lo que se obtuvo un total de 168 cromatogramas. Las mismas muestras fueron analizadas por el Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma Chapingo, para identificar valores de N, P, K, Ca, Mg, así como materia orgánica y pH.

Estimación de la erosión hídrica

Se recurrió a la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos ($A = R K (L S) C P$) de Wischmeier y Smith (1978), debido a su relativa facilidad y su amplia utilización como guía metodológica en la toma de decisiones para la planeación de conservación de suelos.

El cálculo del factor R se obtuvo con los datos de precipitación total anual de las estaciones meteorológicas más cercanas, tratadas con el Polígono de Thiessen. Con base en el mapa de regiones de erosividad definidas por Cortés

(1991), se seleccionó la región bajo estudio y se aplicó la ecuación cuadrática señalada, utilizando los datos de precipitación correspondiente.

La susceptibilidad de los suelos para erosionarse (K) se determinó mediante el nomograma de Foster *et al.* (1981). El factor LS se estimó en los sitios de muestreo con clisímetro artesanal y se aplicaron las ecuaciones para pendientes uniformes, pendientes irregulares divididas en segmentos iguales y pendientes divididas en segmentos de longitud desigual, planteadas por Wischmeier y Smith (1978) y Mitchell y Bubenzer (1984).

Para estimar el factor cobertura (C) se calculó el porcentaje de sombra y la cobertura del suelo; asimismo, con base en datos de Mitchell y Bubenzer (1984), Santos (1995) y Mancilla (2008) se asignaron valores para las condiciones locales. Para obtener el Factor P se identificaron las principales obras y prácticas de conservación de suelo y agua, a las cuales se les dio una valoración correspondiente, tomando en cuenta los valores considerados por Wischmeier y Smith (1978). Los resultados de la ecuación fueron evaluados de acuerdo con el sistema de clasificación propuesto por la FAO, PNUMA y UNESCO (1984).

Etapas 5. Sistematización de resultados

Los resultados fueron analizados, discutidos y sistematizados.

Resultados

Caracterización morfométrica de la microcuenca del Yute Ndaa

La microcuenca del Yute Ndaa tiene un área de 28.7 km², un perímetro de 25.19 km y su longitud es de 8.7 km. Tiene su parte más alta en el complejo montañoso conocido como Yuku Ka'un, a una altura de 3 140 msnm y su salida a los 1 880 msnm, lo que genera una gran diversidad de ambientes.

La red de drenaje se extiende en dirección noreste-suroeste con un patrón paralelo. La

longitud del cauce principal hace un recorrido de 10.15 km, con una pendiente de 11.23%, que es una clase moderada, con una rápida velocidad del agua, lo que supone posibilidades de erosión. Los valores del índice de forma ($IF=0.37$), del coeficiente de compacidad ($Cc= 1.36$) y de la relación de elongación ($Re= 0.59$) indican que se trata de una microcuenca ligeramente alargada y con gastos atenuados, lo cual reduce las posibilidades de inundación. El relieve es accidentado, la pendiente media de la cuenca estimada por el método Alvord es de 30.7%, lo cual evidentemente favorece la escorrentía y el arrastre de partículas; no obstante, la densa cobertura vegetal en la parte alta de la cuenca —como el material parental (de origen sedimentario)— favorece la infiltración y disminuye la escorrentía. Es importante apreciar que a pesar del relieve accidentado de la microcuenca, la densidad de drenaje es relativamente baja (1.9 km⁻²), lo que permite deducir que la vegetación disminuye considerablemente la posibilidad de escurrimiento y, en consecuencia, la erosión hídrica.

Las tierras del Yute Ndaa

La geografía local y su toponimia

Con la finalidad de hallar un marco conceptual común con la comunidad, ha sido necesario indagar acerca de su percepción respecto a la unidad de estudio: la cuenca. En una plática en profundidad con tío Isauro Betanzos, comenta que una manera de nombrarle sería *kis ka'nu* (gran olla), pero que no es una palabra que se ocupe comúnmente. Queda claro que el concepto *cuenca* es ajeno a la comunidad, pues no se encuentra incorporado a sus elementos culturales; sin embargo, ello no quiere decir que se desconozca la noción de esta unidad geográfica, pues hay un conocimiento muy detallado del territorio, como lo muestra la toponimia local. Percibimos que existe una clasificación local de geoformas, con categorías como: cerro, jolla,

plan, ladera, barranca, llano y loma. Ello nos da bases para señalar que la toponimia proporciona un acervo interesante y facilita el camino para la descripción paisajística y el ordenamiento del territorio.

Espiritualidad de la tierra

La tierra —denominada Ñu'un en Tu'un Savi— no es un objeto, sino un ser cargado de intenciones. Cuentan tía Dorotea Cruz y tío Salvador Martínez que se debe pedir a la tierra para que nos pueda dar. En cada momento posible, principalmente en la siembra y en la cosecha, se ofrece: “más sea un taquito, una copita al dueño del lugar”; “Santo Lugar”, a quien se refieren como Santa Cristina-San Cristóbal-Santo Lugar. “La tierra también tiene vida, por eso es que da la planta, da los árboles, la siembra, la milpa o el frijol, o bueno, las plantas que siembre uno, y da, entonces, ¿para eso es, para dar vida!”, afirma enérgicamente tío Isauro a sus 82 años. “La tierra es importante por la alimentación, nuestra forma de vida es el campo, nuestro producto primero es la madre tierra; ella nos da lo que queramos, nomás que en nosotros está todo”, menciona otro campesino. Esta espiritualidad se articula con una serie de conocimientos y prácticas agrícolas y se posibilita la vida, como lo explica tío Isauro Betanzos.

El manejo de la tierra

En estas sierras templadas, semi-secas, la praxis campesina se orienta hacia la protección del suelo contra la erosión y hacia una estrategia de manejo de la fertilidad que permite mitigar efectos de los fenómenos naturales, ambas se describen a continuación.

La sabiduría Ñuu Savi, acumulada por generaciones y debido a su constante praxis, ha suavizado la tierra para su labor mediante el manejo y aprovechamiento de la escorrentía. Un complejo sistema de terrazas borda los agrestes relieves del territorio. Estos sistemas, que persisten en la actualidad, dan cuenta del éxito

del manejo y la conservación de la tierra que por milenios ha permitido la producción constante de manera racional, reduciendo considerablemente problemas de erosión, favoreciendo el reciclaje de materia orgánica y mejorando propiedades físico-químicas de las tierras.

Por su parte, el manejo de la fertilidad de la tierra ha sido producto de un largo proceso de aprendizaje-aprehendizaje, el cual se lleva a cabo frente a un ambiente poco favorable, debido a que las tierras son someras, poco fértiles, con escasa precipitación y fuertes pendientes. La milpa tradicional es parte de esa estrategia; entre sus asociados cuenta con el frijol ayococote (*Phaseolus coccineus* L.), el cual tiene una gran capacidad de fijación de nitrógeno. Se integra a la estrategia tanto de la crianza de animales —para restituir nutrientes mediante el estiércol—, como la incorporación de enmiendas del hogar (residuos orgánicos, cenizas).

Levantamiento etnoedafológico

A pesar de que algunas personas manifiestan que no manejan nombres para las diferentes clases de tierra, existe una nomenclatura (clasificación) que reconoce diferentes cualidades en las tierras, principalmente con relación al color y la textura. En el cuadro 1 se hace un resumen comparativo de la descripción, el cual nos facilita la comprensión de cómo los nombres de las clases de tierras hacen referencia a una serie de atributos. En la figura 2 se reporta su distribución espacial en la microcuenca.

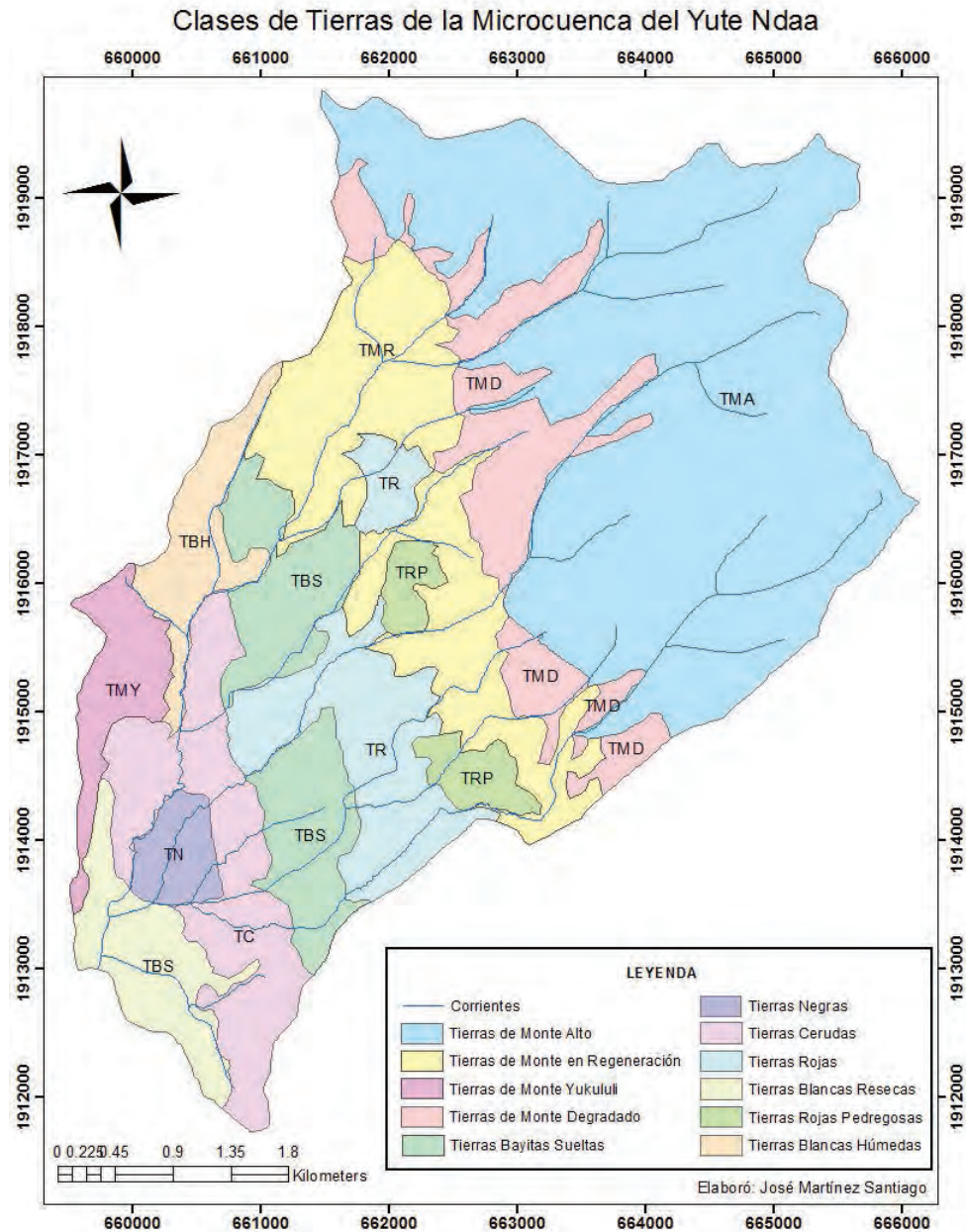
Esta clasificación de suelos y su representación en el mapa de tierras campesinas (figura 2) han sido la base para el análisis de los tipos de degradación más importantes en la microcuenca de manera detallada. Uno de los elementos que el glasod (Semarnat y cp, 2002) considera en su metodología es recurrir a expertos en la materia; en ese sentido consideramos que no hay mejor experto que quienes conocen su territorio.

Cuadro 1. Clases de tierras campesinas y características

Clases de tierras campesinas							
Propiedad / atributo	Negras	Coloradas o rojas	Biancas (resecas)	Biancas (húmedas)	Cerudas	Bayitas sueltas	Tierras de monte
Color	Negro	Anaranjado, marrón	Blanco	Blanco	Cafés claros a oscuros	Cenizo, grises pardos	Negro
Textura	Media a fina	Media	Media a fina	Fina	Fina	Media	Media
Consistencia en húmedo	Poco pegajosa	Poco pegajosa	Pegajosa	Pegajosa	Chiclosa, muy pegajosa	Poco pegajosa	Espanjosa
Consistencia en seco	Suelta, no forma terrones	Forma grandes terrones algo duros	Forma grandes terremotes duros	Compacta	Forma terremotes, se cuarteas	Suelta	Forma terrones, buena estructura
Ubicación	Parte baja de la microcuenca	Al pie del monte, parte media de la microcuenca	Dispersos, predominan en la parte baja de la microcuenca	En zonas erosionadas	En las partes bajas y medias de la microcuenca	En pequeñas proporciones de forma dispersa	Parte alta y media de la cuenca
Retención de humedad	Guardan humedad y no se anegan	Guardan muy poca agua	Guardan muy poca agua	Guardan mucha humedad	Guardan mucha humedad	Guardan poca agua	Guardan mucha humedad
Laboreo	Fácil de trabajar	Difícil de trabajar, son pesados	Difícil de trabajar, se ponen duros	Generalmente no se trabajan	Difícil de trabajar, se hacen pesadas cuando se mojan	Fácil de trabajar, entra suave el arado	No laborea
Fertilidad	Con o sin abono los cultivos se dan bien	Poca. Muchos aplican fertilizante para que den	Poca. Necesitan abono para que den	Poca	Poca, necesitan abono para que den	Poca	Mucha
Profundidad	Profundas	Poco profundas	Delgadas	Delgadas	Delgadas	Poco profundas	Profundas
Productividad	Las más productivas	No son tan productivas	Poco productivas	Poco productivas para granos	Poco productivas	Dan bien si se trabajan a tiempo	Productivas
Cultivos	Se dan bien chícharo, lenteja, alverja, maíz, chile verde, hortalizas	Se dan bien el frijol y el trigo. El maíz se da pero hay que aplicar fertilizante	El maíz se da pero poco	El pino ocote crece muy bien	Maíz, avena, trigo, alfalfa.	Maíz, avena, trigo, alfalfa.	Ninguno

Fuente: Sistematizado por el autor con información de los expertos locales.

Figura 2. Mapa de tierras campesinas de la microcuenca del Yute Ndaa



Fuente: Elaboración propia con base en información de expertos locales del territorio.

Diagnóstico y análisis de la degradación

La degradación de la tierra es una realidad construida socialmente, apoyada en interpretaciones y valores de quienes la perciben, y que cambian con el tiempo. Por ello, consideramos que es la comunidad de Ñuu Ndeku la que po-

see los mejores elementos para opinar acerca de una realidad local que a diario vive y experimenta. Al estudiar este problema se han logrado identificar los dos tipos de degradación más relevantes: la erosión hídrica y la declinación de la fertilidad.

La gente del Ñuu Ndeku logra apreciar ambos fenómenos, y nombra de manera recurrente aquellas tierras erosionadas como “tierras lavadas”, en las cuales “el agua se lleva la tierra, la lava”. Asimismo, para referirse al proceso de declinación de la fertilidad, señalan que las tierras “ya perdieron su fuerza” o que “ya se les fue su jugo”.

Tierras lavadas-erosionadas

La comunidad opina que las tierras ya están lavadas debido a que muchas de ellas ya no se cuidan como antes, por la falta de mano de obra o porque han sido abandonadas. La incesante reducción de mano de obra se ha reflejado tanto en la disminución de las prácticas tradicionales de conservación del suelo, como en la falta del surgimiento de nuevas obras. Uno de los aspectos notorios en las últimas décadas ha sido el envejecimiento de la comunidad. Este proceso, debido al éxodo masivo de los jóvenes, limita la transmisión de saberes y su recreación práctica. Es posible escuchar de los más grandes: “ahora ya no se trabaja igual, los más muchachos ya no saben trabajar bien la tierra, ya ni hay”.

De igual manera, señalan al riego como otro de los principales factores por los que se lava la tierra; éste consiste en una red de pequeños canales a cielo abierto, la mayoría sin revestimiento, que alimentan al sistema de riego por gravedad. Miembros de la comunidad están convencidos de que este tipo de riego lava sus tierras, las arrastra, pero también saben que no hay otro. Asimismo relacionan este problema con fenómenos de cambio climático, asociados a la precipitación y la escorrentía. Tío Erasmo menciona que las aguas han cambiado: “Antes llovía mucho más que ahora, más parejo; lluvias suavecitas que se sostenían de día y de noche. Ahora llueve muy golpeado y a destiempo”.

Tierras sin fuerza, sin jugo-declinación de la fertilidad

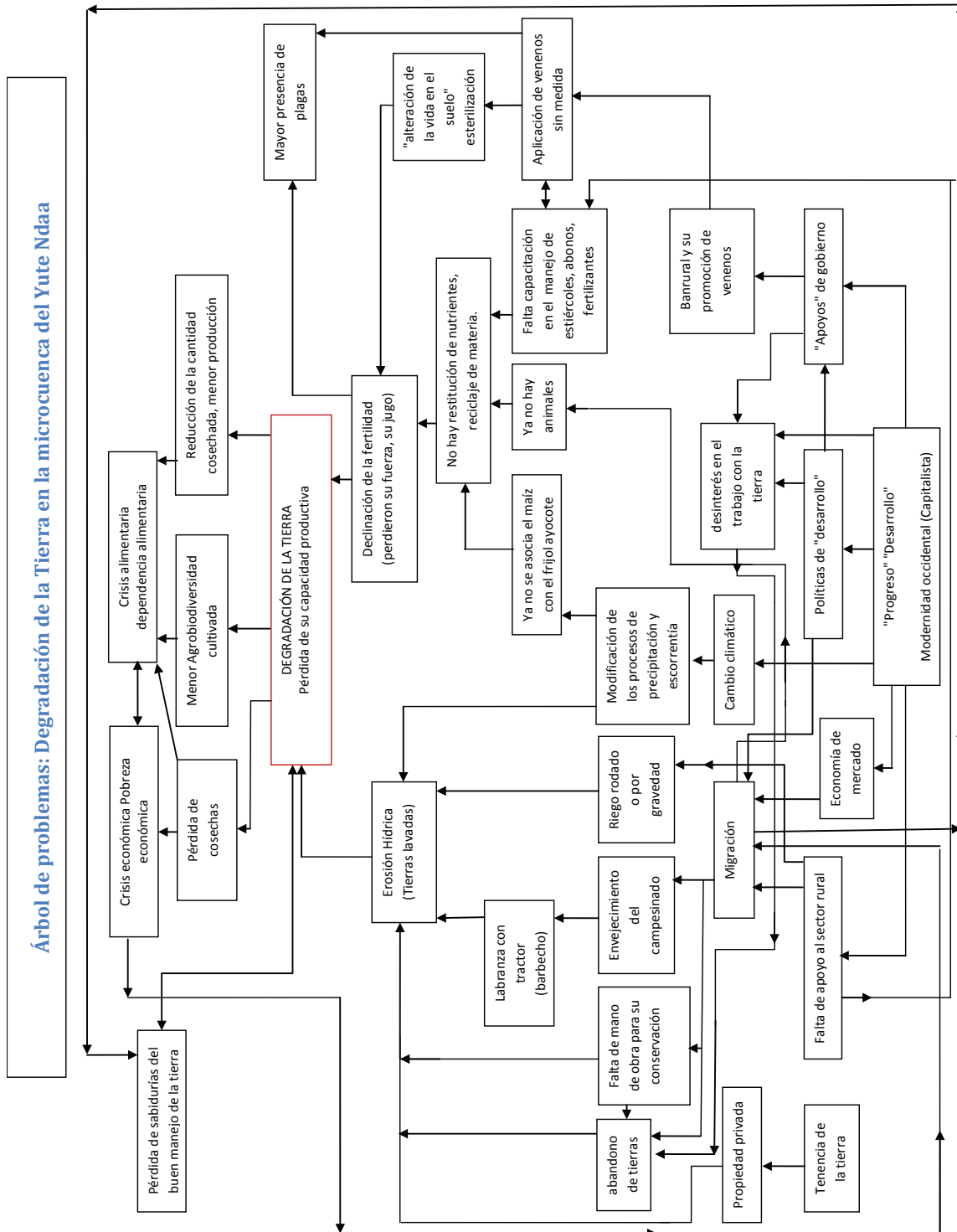
Asociada a esta característica de las tierras se encuentra cierta noción sobre su vitalidad, por ello también es común escuchar que la tierra ya está cansada o que ya quedó estéril. Este proceso de pérdida de fertilidad es muy fácil de apreciar para la comunidad, pues las trojes ya no se llenan como antes, hay una merma en el rendimiento. La estrategia de manejo de la fertilidad basada en la restitución de nutrientes por medio de la crianza de animales y la consecuente aplicación de los estiércoles también se ha visto socavada por la falta de mano de obra —producto de la migración—, pues se requiere fuerza de trabajo para el pastoreo y demás prácticas de crianza. Al no haber animales se pone en riesgo la restitución de nutrientes y el reciclaje de materia orgánica, y con ello se provoca la declinación de la fertilidad.

Entre las causas directas de la declinación de la fertilidad está el hecho de que especies como el frijol ayocote ya no se asocian junto al maíz, debido a la modificación de los procesos de precipitación y escorrentía. Tío Isauro Betanzos comenta cómo ahora las lluvias llegan a destiempo y muy variables, y ya no se desarrolla bien el ayocote, por lo cual se ha dejado de asociar al maíz. Otra de las causas directas es la falta de asistencia técnica y capacitación en el manejo de la fertilidad de sus tierras. Tío Rufino Joaquín comenta: “No ha habido en la comunidad un técnico que oriente bien qué tipo de fertilizante utilizar, en qué cantidades; alguien que capacite para mejorar la producción de la tierra”.

Entre las causas subyacentes está la política de desarrollo, la cual no ha respondido a las problemáticas reales y, lejos de mejorar las condiciones locales, ha inhibido la iniciativa de la comunidad y minado sus capacidades de organización comunitaria (para la producción).

La problemática de degradación de la tierra antes descrita se ha sintetizado en un árbol de problemas que expone su complejidad (figura 3).

Figura 3. Árbol de problemas de la degradación de la tierra en la microcuenca del Yute Ndaa.



Fuente: Elaboración propia con base en información de expertos locales del territorio.

Análisis cuantitativo de la degradación

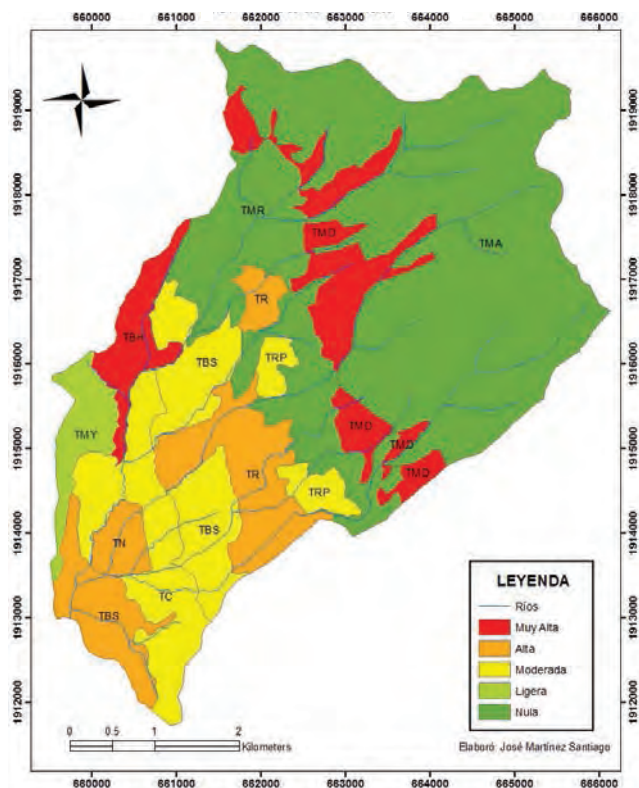
Análisis de la declinación de la fertilidad

Tanto los análisis químicos como los de la cromatografía de suelos coinciden en que las tierras más degradadas de la microcuenca son: tierras blancas húmedas, tierras de monte degradado, tierras blancas resacas, tierras rojas y tierras rojas pedregosas, cuyos cromas son imágenes planas, homogéneas, con escasa integración y poco armónicos. También coinciden en que las tierras menos degradadas son: tierras de monte alto, tierras de monte en regeneración y tierras de monte Yuku Luli, las cuales muestran patrones con imágenes de formas muy diversas, límites difusos, zonas bien estructuradas y de integración armónica. No en todas las clases de tierra se muestra tal coincidencia, como sucede con las tierras bayitas sueltas, tierras negras y tierras cerudas. Los análisis químicos indican que son las más degradadas, mientras que los cromatogramas

señalan que son las menos degradadas. Por otro lado, en los análisis químicos las cerudas y las negras aparecen como las tierras agrícolas menos degradadas, sin embargo, las características cromatográficas indican lo contrario.

En general, la mayoría de las clases de tierras se encuentra con problemas por pérdida de la fertilidad, destacan aquellas que han sido abandonadas o en las que el manejo agrícola es menor debido a la poca disponibilidad de mano de obra (figura 4). Es notable la relación existente entre la disponibilidad de mano de obra y la declinación de la fertilidad. Los puntos de muestreo de mayor degradación por pérdida de fertilidad coinciden con tierras manejadas por familias, donde la disponibilidad de mano de obra es una limitante, mientras que en aquellas en donde hay mayor manejo y disponibilidad de mano de obra se mantienen estrategias que procuran la fertilidad y una tierra viva.

Figura 4. Mapa de pérdida de fertilidad (por el método cromatográfico) en la microcuenca del Yute Ndaa



Fuente: Elaboración propia.

Estimación de la erosión hídrica

Después de sistematizar y procesar los datos obtenidos para los 42 puntos de muestreo, se obtuvieron los valores correspondientes para cada uno de los factores y fue corrida la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (eups). Los resultados se muestran en el cuadro 2 y se representan en el mapa de erosión hídrica (figura 5).

Es importante observar que un gran porcentaje de la superficie de la microcuenca (79%) se encuentra con niveles nulos de erosión; sobresalen las tierras de monte alto y las tierras de monte en regeneración, que sumadas representan 53.5% de la microcuenca, caracterizadas por ser masas de vegetación bastante conservadas en donde no se percibe ningún signo de erosión.

Cuadro 2. Valores y resultados de la ecuación universal de pérdida de suelos

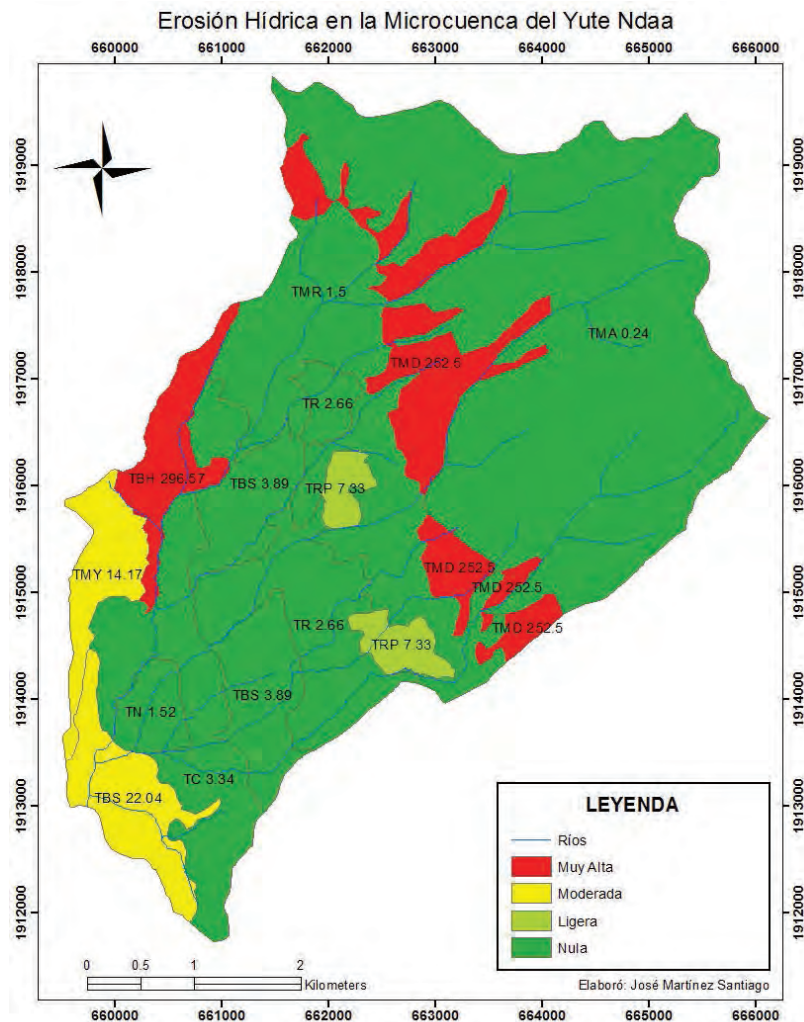
Unidad cartográfica	R	k	LS	C	P	Erosión t.ha ⁻¹ año ⁻¹	Ha	%
TBH	2 387.46	0.02	8.84	0.77	1.00	296.57	93.758	3.250
TMD	2 403.50	0.01	11.59	0.80	1.00	252.50	255.368	8.851
TBR	2 405.19	0.03	4.16	0.58	0.15	22.04	117.583	4.076
TY	2 394.02	0.01	15.18	0.03	1.00	14.17	84.209	2.919
TRP	2 416.94	0.02	3.67	0.20	0.20	7.33	62.348	2.161
TBS	2 403.88	0.0202	1.77	0.43	0.105	3.89	219.606	7.612
TC	2 407.72	0.0140	1.72	0.44	0.13	3.34	238.016	8.250
TR	2 408.69	0.0139	1.22	0.61	0.11	2.66	221.182	7.667
TN	2 397.81	0.02	0.76	0.51	0.10	1.52	47.198	1.636
TMRIII	2 401.86	0.01	3.67	0.03	1.00	1.50	403.197	13.975
TMA	2 411.20	0.00	22.38	0.001	1.00	0.24	1 142.578	39.604
Erosión hídrica promedio en la microcuenca						55.07	2 885.04212	
Promedio ponderado de erosión hídrica en la microcuenca						34.56		

Fuente: Elaboración propia.

Sólo 12% de la superficie de la microcuenca, conformada por las tierras blancas húmedas (tbh) y tierras de monte degradado (tmd), sufre graves procesos de erosión hídrica en todos sus tipos (laminar, por surcos, cárcava, remontante, incluyendo remoción en masa). El resto (9%) sufre pérdidas moderadas (tierras blancas resacas tbr, tierras de monte Yuku Luli tnriii) y ligeras (tierras rojas pedregosas trp).

Es importante hacer notar que la eups tiende a sobredimensionar o subestimar la pérdida de suelo. Existen diferencias entre los resultados de la eups y la información de los expertos locales, particularmente en las tierras bayitas sueltas (tbs), negras (tn), cerudas (tc), rojas (tr) y rojas pedregosa (trp), cuyos niveles de pérdida de suelo aparecen como nulos según FAO, PNUMA y UNESCO (1984), mientras que los expertos locales notan erosión hídrica en grados ligeros y con tasa en aumento.

Figura 5. Mapa de pérdida de suelo en la microcuenca del Yute Ndaa



Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La participación de los expertos locales del territorio ha sido determinante y de enorme importancia en el diagnóstico de la problemática de degradación de la tierra; asimismo, su sabiduría fue básica para el estudio puntual de los procesos más relevantes, tal y como lo reportan Pulido y Bocco (2011) para estudios de nivel comunitario, como es el caso. Es importante comentar la relevancia que ha tenido el levantamiento de

datos *in situ* y la inclusión participativa de expertos locales del territorio, pues son en última instancia quienes interactúan y tienen mayor precisión de las causas y procesos de degradación de la tierra, tal y como se ha visto. Éste es un aporte importante a la metodología assod reportada por Semarnat y cp (2002), quienes recomiendan expertos académicos para la evaluación de la degradación.

Parte de esta sabiduría enfocada a la relación con la tierra derivó en la cartografía, clasificación

y caracterización de tierras campesinas de la microcuenca, que brindó un marco detallado para el análisis de los dos procesos de degradación más importantes para la comunidad: las *tierras lavadas* (erosión hídrica) y las *tierras sin fuerza* (declinación de la fertilidad y pérdida de la materia orgánica).

Tras la evaluación efectuada para precisar los procesos de degradación, se ha determinado que la microcuenca del Yute Ndaa se encuentra en buen estado de conservación, en términos generales. Sobresalen las tierras de monte alto y tierras de monte en regeneración (54% de la microcuenca), por no presentar ningún tipo de degradación, cuya tasa se prevé que permanecerá constante. Estas clases de tierra tienen gran importancia por ser cabecera de cuenca, zona de recarga, área de gran diversidad biológica y por el excelente estado de conservación en el que se encuentran, caracterizado por su régimen de tenencia comunal. Lo anterior refuta la lógica de Hardin (1968), planteada en la “Tragedia de los bienes comunes”, que aduce la dificultad para manejar recursos compartidos, para concluir que los usuarios locales están inexorablemente atrapados en la sobreexplotación de los bienes comunes y que para su uso sustentable se requiere de esquemas de propiedad estatal o privada.

A diferencia de Hardin (1968), notamos que la lógica que aquí gobierna está centrada en: la relevancia de la naturaleza como medio tan importante para la vida, como lo expresan miembros de la comunidad; asimismo, al igual que lo argumentado por Ostrom (2011), encontramos procesos de gobernanza local y acción colectiva que procuran la conservación de bienes comunes como la tierra, el agua y el monte, recursos básicos para la vida.

En el extremo opuesto se encuentran las tierras de monte degradado (255.3) y las tierras blancas húmedas (93.7), las cuales corresponden a 12% de la microcuenca y se encuentran con grados severos de degradación por erosión

hídrica (tasas que superan las 250 ton ha⁻¹ año⁻¹) y por declinación de la fertilidad y pérdida de materia orgánica —la primera más notoria por sus evidencias visuales en campo—. Otro 25% de la superficie de la microcuenca está conformado por tierras rojas (221.1 ha), tierras cerudas (238 ha), tierras negras (47.1 ha) y tierras bayitas sueltas (219.6 ha), las cuales, si bien se encuentran con niveles nulos de erosión de acuerdo a la eups, presentan niveles moderados y ligeros de degradación por declinación de la fertilidad.

En general, las blancas resacas son las tierras agrícolas más degradadas de la microcuenca, con niveles moderados de erosión hídrica y alta declinación de fertilidad y pérdida de M.O. Las tierras rojas pedregosas —tierras abandonadas— presentan niveles ligeros de erosión hídrica, mientras que su declinación de fertilidad y pérdida de M.O. es moderada.

Es importante comentar que, si bien el promedio (ponderado) de pérdida de suelo por erosión en la microcuenca es de 34.5 ton ha⁻¹ año⁻¹, los montos dependen de cada clase de tierra, pues mientras que 79% de la superficie presenta valores nulos (por debajo de 5 ton/ha/año), 12% presenta valores muy altos (entre 250 y 300 ton ha⁻¹ año⁻¹). Si bien estas 34.5 ton ha⁻¹ año⁻¹ y las diferencias entre clases de tierra guardan una gran diferencia con las 200 ton ha⁻¹ año⁻¹ reportados para la Ñuu Savi Vijin (Contreras, 1996; Rojas, 2004; Martínez *et al.*, 2006), representan una aproximación a mayor detalle de las condiciones de degradación de una de las zonas más conservadas de la Ñuu Savi, decretada como Región Terrestre Prioritaria para la Conservación.

En resumen, los resultados arrojados por el esquema de la eups muestran que una gran parte de la microcuenca se encuentra en excelente estado de conservación, específicamente la parte alta y media de la misma. Estos resultados difieren de los reportados por Semarnat y CP (2002) y por Semarnat y UACH (2003), tanto en los montos reportados, como en la expresión espacial del

fenómeno, pues la escala de trabajo y el enfoque participativo permitió mayor detalle.

En relación con los factores causativos de la degradación, es importante señalar que el marco de la metodología assod reportada por Semarnat y cp (2002) ha resultado insuficiente, pues como se ha visto con la erosión hídrica y la declinación de la fertilidad del suelo, son producto de una situación compleja a la que subyacen causas que no resultan notorias a simple vista. El árbol de problemas da cuenta de esa complejidad y el análisis de Geist y Lambin (2004) es de más utilidad para el análisis de las causas.

Apegados a ese marco conceptual y según el árbol de problemas citado, las causas directas (de tipo biofísico) más importantes están relacionadas con la actividad agrícola, específicamente por el uso cada vez mayor de la labranza mecánica, el riego rodado y la falta de estrategias de reciclaje de nutrientes, a su vez condicionada por la reducción en la diversidad de cultivos y la ausencia de animales de trabajo y domésticos que aporten estiércol. Por otro lado, las causas subyacentes muestran una gran complejidad y —como lo indican Pulido y Bocco (2011)— son de tipo social, económico, cultural y político. En el árbol de problemas, en un primer plano destacan la migración, el envejecimiento de la mano de obra, la falta de mano de obra, el abandono de tierras y, por último, las políticas de apoyo al campo y la tenencia de la tierra. Se nota que la migración no ha sido efecto del agotamiento o la sobreexplotación de las tierras, ni mucho menos que sus efectos hayan permitido aliviar la degradación. Al respecto, Morales (2005) comenta que la migración es una variable de ajuste que permite aliviar la presión sobre la tierra y que, al mismo tiempo, posibilita la generación de ingresos adicionales que ayudan a la supervivencia de la familia; por el contrario, también ha tenido efectos negativos relacionados con el debilitamiento de las estrategias del manejo de la fertilidad y la conservación de la

tierra, al disminuir la disponibilidad de mano de obra para el mantenimiento y su conservación.

Es importante resaltar la percepción de la comunidad respecto al cambio climático como otro factor causativo de la degradación de la tierra, que ha puesto de manifiesto la variabilidad climática, los cambios en las cantidades de precipitación, torrencialidad y eventos extremos —como la granizada de marzo de 2013, la cual mató animales de corral y erosionó de gran manera las tierras recién barbechadas—. Lo anterior coincide con lo encontrado por Rogé y Astier (2013), quienes identificaron tanto condiciones de sequía como de precipitaciones por encima de las normales en la parte Alta del Ñuu Savi, durante 2009 y 2010.

Debido a que en este artículo se estudió la relación de la degradación con distintos aspectos ambientales, económicos y socioculturales, y se involucró a usuarios locales en calidad de expertos, el estudio se aproximó a un enfoque integral y participativo, tal y como lo indican Pulido y Bocco (2011). Este análisis difiere de acercamientos como los elaborados por Semarnat y CP (2002) y por Semarnat y UACH (2003), los cuales se basan en un enfoque productivista, sólo referido al recurso suelo, y en los que las causas consideradas son muy reducidas. Hasta el momento, no existe a nivel nacional un estudio acerca de degradación de tierras en su concepción sistémica e integral; por otro lado, los acercamientos a escala regional son escasos y generales, como es el caso de Martínez *et al.* (2006) para el Ñuu Savi, el cual describe de manera superficial la problemática, mediante diagnósticos participativos rápidos.

Por último, se hace referencia al llamado de Hernández (1978), en *La investigación de huarache*, a escuchar con humildad el saber de nuestra gente, quienes han acumulado conocimientos durante los últimos 9 mil años, los cuales han devenido en una gran riqueza tecnológica agrícola y un acervo importante de recursos fitogenéticos. En este trabajo se incorporaron saberes ambientales

por medio de la clasificación, la caracterización y la cartografía de las clases de tierra, así como su aporte en el reconocimiento y análisis de los procesos de degradación. Tal sabiduría fue complementada con la contribución de la ciencia del suelo mediante el análisis de la fertilidad y la eups, así como por los aportes de un enfoque emergente —aunque de raíces antiguas— que es el de la cromatografía de muestras de suelo, lo que nos permite un análisis complementario ante una realidad compleja.

Conclusiones

La declinación de la fertilidad y la erosión hídrica son los principales tipos de degradación de la tierra con grados moderados; se prevé que aumentarán en grado (declinación de la fertilidad) y en extensión (erosión hídrica), debido a que los factores causativos son más intensos a medida que aumenta la migración.

A pesar de lo anterior, poco más de la mitad de la superficie de la microcuenca (54%) se encuentra en excelente estado de conservación, tierras que coinciden con un régimen de tenencia comunal. Notamos que los bienes comunes no están condenados al fracaso; asimismo, se encontró que los pueblos originarios —marginados socialmente— no son quienes degradan la tierra de forma acelerada, sino las políticas de “desarrollo”, las cuales promueven la degradación de la tierra al orillar a la población a migrar y a abandonar sus tierras.

Si bien algunos elementos del medio físico influyen en la problemática de degradación (tierras someros y de texturas finas, pendientes pronunciadas) han sido más determinantes los procesos sociales e históricos.

La larga historia de relación entre la comunidad y sus tierras ha generado saberes y esquemas de uso y manejo racional de los recursos naturales, como las estrategias de conservación y de manejo de la fertilidad; no obstante, las tierras

se erosionan ante múltiples presiones impuestas por las causas subyacentes.

El diagnóstico integral de los procesos de degradación de la tierra en la microcuenca ha permitido una lectura amplia de la realidad. La inclusión de la participación de expertos locales del territorio ha sido fundamental en todo el proceso de investigación. Es abundante el saber y alto el nivel de detalle que guardan sobre su geografía local, sus tierras y su territorio.

Literatura citada

- Alvarado J., A. M. 2008. “Migración y pobreza en Oaxaca”. En: *El Cotidiano. Revista de la Realidad Mexicana Actual*. Año 23, No. 148, marzo-abril. Disponible en línea: [<http://www.elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/14808.pdf>], consultado: 15 de noviembre de 2012.
- Arriaga L.; J. M. Espinoza; C. Aguilar; E. Martínez; L. Gómez y E. Loa (coords.). 2000. *Regiones terrestres prioritarias de México*. México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en línea: <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Tseccion.html>], consultado: 5 de noviembre de 2011.
- Astorga L., E. s. f. *Mixtecos, salvemos nuestra tierra. Programa: lluvia, tequio y alimentos*. Oaxaca, Programas Especiales de Pequeña Irrigación, 4 p.
- Becerra M., A. 2005. *Escorrentía, erosión y conservación de suelos*. México, Universidad Autónoma Chapingo. 375 p.
- Boege, E. 2008. *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México*. México, Instituto Nacional de Antropología e Historia/Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indios. 344 p.
- Castellanos J. S.; J. X. Uvalle B. y A. Aguilar S. 2000. *Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas*. 2ª Edición. México, Colección INCAPA.
- Contreras H., J. R. 1996. *Erosión en Yanhuítlán*

- Mixteca Alta, Oaxaca: una estrategia integral de combate*. Tesis de doctorado. México, Colegio de Postgraduados. 213 p.
- Cortés T., H. G. 1991. Caracterización de la erosividad de la lluvia en México utilizando métodos multivariados. Tesis de maestría en ciencias. México, Colegio de Postgraduados. 168 p.
- Duarte R. 1990. "Contribución del representante y jefe de la Misión diplomática de la FAO en México al Primer Simposium Nacional sobre Degradación de Suelos". En: *Memoria del Simposium*. México, FAO, pp. 97-103.
- FAO, PNUMA y UNESCO. 1984. *Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo de la Agricultura y la Alimentación (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización de las Naciones para el Medio Ambiente (UNESCO). Disponible en línea: [https://books.google.com.mx/], consultado: 18 de agosto de 2013.
- fmam. 2009. *Invertir en la protección de la tierra. Los esfuerzos del FMAM para combatir la degradación de tierras y la desertificación en todo el mundo*. Disponible en línea: [http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/Land_SP.pdf]. Consultado: 25 de mayo de 2012.
- Foster G. R.; D. K. McCool; K. G. Renard and W. C. Moldenhauer. 1981. "Conversion of the Universal Soil Loss Equation (usle) to SI metric units". In: *Journal of Soil and Water Conservation*. 36:355-359.
- Geist H. J. y E. F. Lambin. 2004. "Dynamic causal patterns of desertification". In: *Bio Science* 54: 817-829.
- Hardin, G. 1968. "The tragedy of the commons". In: *Science*. Vol. 162. 1243-1248. Disponible en línea: [https://www.uam.es/personal_pdi/ciencias/jonate/Eco_Rec/Intro/La_tragedia_de_los_comunes.pdf], consultado: 14 de agosto de 2013.
- Hernández X., E. 1978. "La investigación de huarache." En: *Tzapinco*, núm. 174. 2000. Universidad Autónoma Chapingo.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. *Mapa Digital de México*. Disponible en línea: [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/mapadigital/], consultado: 20 de febrero de 2015.
- Licona V., A. L. 2007. El papel de la clasificación local de tierras en la generación y transferencia de tecnología: el caso del policultivo café-plátano para velillo-sombra en Veracruz, México. Tesis de doctorado en Ciencias, México, Colegio de Postgraduados. 196 p.
- Licona V., A. L. 1991. Metodología para el levantamiento de tierras campesinas a nivel regional y la técnica de producción en ejidos del centro de Veracruz, México. Tesis de maestría en Ciencias. México, Centro de Edafología-Colegio de Postgraduados. 266 p.
- Lübke, U.; S. Lübke; A. Lubke-Hildebrant y U. Hildebrant. 2012. "Management y compostaje para agricultura y comunas". Land Management United Research for Soil. Seminario Humus. Valle de Bravo. Del 20 al 25 de febrero de 2012.
- Mancilla E., G. A. 2008. *Uso y conservación de suelo. Uso de la ecuación universal de pérdida de suelo (usle) en el campo forestal*. Disponible en línea: [http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/120400], consultado: 23 de diciembre de 2013.
- Martínez, J.; M. Altieri; S. A. Fonseca; J. Caballero; J. J. Hernández y M. Noriega. 2006. *Manejo del agua y restauración productiva en la región indígena mixteca de Puebla y Oaxaca*. México, Banco Mundial. 103 p.
- Martínez P., G. T. 1988. Aplicación de la metodología de cartografía de la erosión hídrica con enfoque geodinámico en la mixteca alta, área de Chazumba. Tesis. México, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. 180 p.
- Mijangos N., J. C. 2006. *Educación popular y desarrollo comunitario sustentable, una experiencia con los mayas de Yucatán*. México, Plaza y Valdés. 201 p.

- Mitchell J. K. y G. D. Bubenzer. 1984. "Estimación de pérdida de suelo". En: Kirkby M.J. y R.P.C. Morgan (comps.). 1984. *Erosión de suelos*. México, Limusa.
- Morales E., C. 2005. "Pobreza, desertificación y degradación de tierras". En: César Morales E. y Soledad Parada (eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de recursos naturales*, Santiago de Chile, CEPAL-Naciones Unidas, pp. 25-58.
- Ortiz S., C. A. 1991. *Etnoedafología*. Informe final del proyecto Conacyt. México, Colegio de Postgraduados.
- Ostrom, E. 2011. *El gobierno de los bienes comunes: La evolución de las instituciones de acción colectiva*. Traducción y revisión técnica Leticia Merino Pérez. México, Instituto de Investigaciones Sociales-UNAM/Fondo de Cultura Económica. 402 p.
- Pájaro H., D. 2009. "La cartografía de tierras: una herencia mesoamericana". En: *Revista de Geografía Agrícola* 43. Disponible en línea: [http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75715608002], consultado: 16 de septiembre de 2014.
- Pájaro H., D. 1990. *Clasificación campesina de las tierras del ejido de Tocuila, Texcoco, Edo. México*. México. Colegio de Postgraduados. (Mimeo)
- Pájaro H., D. y C. A. Ortiz S. 1987. *El levantamiento de suelos y su relación con la cartografía y clasificación de clases de tierras campesinas*. México, Centro de Edafología-Colegio de Postgraduados (mimeografiado).
- Pulido, J. y G. Bocco. 2011. "¿Cómo se evalúa la degradación de tierras? Panorama global y local". En: *Interciencia*. Vol. 36, núm. 2, febrero. Disponible en línea: [http://www.interciencia.org/v36_02/096.pdf], consultado: 10 de abril de 2012.
- Restrepo R., J. y S. Pinheiro. 2011. *Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo*. COAS. 252 p.
- Rogé P. y M. Astier. 2013. "Previniéndose para el cambio climático: una metodología participativa". En: Nicholls C., L. Ríos O. y M. Altieri (eds.). *Agroecología y Resiliencia Socioecológica: adaptándose al cambio climático*. Medellín, REDAGRES, pp. 124-148.
- Rojas L., O. 2004. Establecimiento de cobertura vegetal en terrenos severamente erosionados de la Mixteca Alta oaxaqueña. Tesis. México, División de Ciencias Forestales-Universidad Autónoma Chapingo. 67 p.
- Santos L., E. 1995. Cuantificación de la erosión hídrica bajo diferentes coberturas vegetales en un andosol en Pátzcuaro, Michoacán. Tesis. México, Departamento de Suelos-Universidad Autónoma Chapingo, 60 p.
- Semarnat y CP. 2002. *Evaluación de la degradación del suelo causada por el hombre en la República Mexicana, escala 1: 250 000*. Memoria Nacional 2001-2002. México.
- Semarnat y UACH. 2003. *Evaluación de la pérdida de suelo por erosión hídrica y eólica de la República Mexicana escala 1: 1 000 000*. México.
- Tatyisavi K. 2015. *Curso de lengua Tu'un Savi "Palabra de la Lluvia", historia y cultura del Ñuu Savi "País de la Lluvia". Variante de los municipios de Yucuhiti, Nuyoo y Colindantes, Tlaxiaco, Oaxaca, México*. México. 16 p.
- Van Lynden G. W. J. and L. R. Oldeman. 1997. *The Assessment of the Human-Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia*. Wageningen, International Soil Reference and Information Centre.
- Wischmeier W. H. y D. D. Smith. 1978. "Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning". In: *USDA Agric. Handbook* No. 537. 58 p.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Chapingo, especialmente al Departamento de Agroecología y al Centro de Investigación para la Gestión de la Agroecología por el financiamiento otorgado para la realización del trabajo.