

El suelo y desarrollo sustentable “Cuenca del río Zahuapan”, estado de Tlaxcala

*Miguel Alvarado Cardona,
Rolando Reynoso Pérez,
María Concepción Martínez Rodríguez¹*

Introducción

El suelo de la cuenca del Río Zahuapan se ha utilizado desde hace más de tres mil años en la producción de satisfactores para la alimentación, vestido, vivienda y la salud (Cook, 1997. p. 114), a través de este periodo no se ha considerado la permanencia y conservación del suelo de manera integral, dando como resultado una degradación del mismo y reducción de su capacidad productiva.

En 1987, se publicó el Informe Brundtland de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, de las Naciones Unidas; en este documento se define el término de Desarrollo Sustentable, como el tipo de desarrollo que permite satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras (López, 2006, p. 14), esto significa que las generaciones actuales tiene un compromiso de conservar los recursos naturales para que los futuros habitantes de la tierra puedan satisfacer sus necesidades. El suelo es un recurso de la naturaleza, conjunto de cuerpos naturales e inducidos producto de los factores formadores de suelo y de las actividades del hombre, así como un elemento del medio natural que al incorporarle un trabajo adquiere un valor agregado y la categoría de satisfactor de necesidades.

En el área de estudio se está llevando a cabo una insustentabilidad originada por las actividades productivas; como la agricultura, ganadería, forestal e industria, que se llevan a cabo de manera inadecuada, primero porque su capacidad de uso no corresponde a su potencialidad y en segundo lugar, por no aplicar técnicas de conservación de suelos y de la ingeniería naturalística, así como por los asentamientos humanos no planificados; dando

¹ Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD), del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Calle 30 de Junio 1520, Colonia Barrio la Laguna, Ticomán, México, D. F., ipn_mac@yahoo.com.mx, reynosor@yahoo.com.mx, mcmartinezr@ipn.mx, teléfono 57296000 ext. 52705

lugar esto a una degradación de los recursos naturales en particular el suelo, manifestándose en forma de erosión, contaminación y compactación.

En el área de interés se han realizado investigaciones relacionadas con la erosión de suelos, como "Causas, Origen y Diagnóstico de la Erosión del Suelo en el estado de Tlaxcala", (Alvarado, 1997, p.15).

"Dinámica de la Erosión Hídrica y Eólica en el estado de Tlaxcala" (Espinosa, 1992, p.27), "Control de la Erosión en Tlaxcala" (García, 1997, p.20), Plan de Manejo para la Conservación del Suelo y Agua en la Cuenca que Abastece a la Presa Atlangatepec, (Gobierno del estado de Tlaxcala, 2002 p.22); "Deterioro Ambiental en Tlaxcala y Políticas de Desarrollo estatal" (Espejel, 1999 p65) "Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala" (gobierno del estado de Tlaxcala, 2002, p5). En estos documentos se ha abordado este fenómeno desde el punto de vista descriptivo o de un diagnóstico, pero no existe un estudio o proyecto donde lo aborden desde el punto de vista de la sustentabilidad. Esta investigación va a generar información de suma importancia para los tomadores de decisiones y habitantes de la cuenca, ya que es básica en la elaboración de planes y programas del sector gobierno y en la concientización de las poblaciones que en un futuro estarán en posibilidades de volver a cultivar sus tierras, practicar la ganadería u otra actividad. Por lo anterior se estableció el objetivo de conocer sus características, aprovechamientos actuales, potencialidades y degradación del suelo, así como la contribución de este recurso al desarrollo sustentable local o de la cuenca.

Procedimiento metodológico

Para esto se estructuró un procedimiento metodológico integrado por las fases de caracterización, identificación de sus usos actuales y potenciales y la de evaluación; para esto, primero se llevó a cabo una recopilación de información de cartográfica, bibliográfica, fotografías aéreas e imágenes de satélite, este material se seleccionó, adecuó y sistematizó; a continuación, sobre la carta topográfica escala 1:50,000 (INEGI, SPP, 1980-2003); se delimitó el área de estudio, en seguida se procedió a describir las características de los suelos empleando la carta edafológica escala 1:50,000 (INEGI, 1983-1987) y el Anuario Estadístico del estado de Tlaxcala (INEGI, 2006, p.5); esta información fue rectificadas y ratificada en campo; (Rey, 1996, p. 43)

Para la identificación de los usos actuales hizo una interpretación de las fotografías aéreas escala 1: 70,000 (INEGI, 1980) y del espacio mapa escala 1:150,000 (INEGI, 1996), en el caso del uso potencial se empleo la Guía para la Interpretación de la Cartografía Uso Potencial del Suelo (INEGI, 1996, p.33), En la fase de evaluación se llevo a cabo un diagnóstico para determinar estado actual del suelo (Ruiz, 1993, p. 30), para esto también se utilizó las fotos aéreas y espacio mapa, así como la Ecuación Universal de la Perdida de Suelo (Kirkby, 1984, p.10), (Becerra, 1997, p.40), (FAO, 1980, p.17)

Con el análisis de los resultados anteriores se determinó si el recurso suelo está contribuyendo al desarrollo sustentable a nivel local o regional.

Área de estudio

La Cuenca del Río Zahuapan se localiza en la parte central Norte-Sur del estado de Tlaxcala, tiene una superficie de 1498.50 km². su litología: está integrada por Tobas ácidas, andesitas, basaltos, brechas sedimentarias; los volcanes, cerros, mesas y lomeríos, ingresan el relieve. Los suelos dominantes son: el Feozem háplico, litosoles, cambisoles eútricos y andosoles húmicos. Presenta un clima templado subhúmedo con precipitación media anual ente 700 - 1000 mm. y la temperatura media anual fluctúa de 12 a 16° C. La Hidrología está representada por ríos como el Zahuapan; Apizaco y Ateneo; las presas: Atlangatepec, Recova, Sol y el Muerto; lagos como el Acuitlapilco; Teomititla y Jalnene. La vegetación predominante es el bosque de pino, pino-encino, matorral espinoso y los pastizales. Su Población: es de 546,115 habitantes, la tasa de crecimiento varía de 1 a 5.90 %, el 90 % de los habitantes saben leer y escribir, y se dispone de 233,881 viviendas. Tiene una PEA: 53 % y PIB: 27 %, sus actividades productivas: son agricultura, ganadería, industria, forestería y turismo.

Resultados

Características de los suelos

Una vez actualizada y analizada la información, resultó que las características de los suelos fueron las siguientes:

Feozem háplico. Suelos de color oscuro, ricos en materia orgánica, son los dominantes ya ocupan un 60 % de la cuenca, se localizan en gran parte del área de estudio, presentan fases dúrica profunda o pedregosa; en los primeros casos son someros o moderadamente profundos y profundos en el segundo; tienen un estrato duro cementado con sílice. Leptosoles. Delgados con espesor de 8 cm., que sobreyacen a un horizonte endurecido con sílice, de color oscuro, tienen un horizonte A ócrico, se localiza al norte de Tlaxco y de la cuenca. Los vertisoles pélico se localizan al Sur de la Presa Atlangatepec y Este del poblado de Apizaco; se ha desarrollado a partir de suelos aluviales, su textura es arcillosa, tiene un horizonte A de más de 100 cm. de espesor, de color negro rico en materia orgánica; Cambisol eútrico. Suelo en proceso de cambio, se ubican al Norte de Apizaco; y Sur de Tlaxcala, tienen un horizonte A ócrico café oscuro y un B cámbico de color ocre, su profundidad varía de 22cm. que están fase dúrica, hasta 120 cm. sin fase física. Andosol húmico. Derivado de material volcánico, se localiza al Noreste de Tlaxco, tiene más de 100 cm. de profundidad, presenta un horizonte A úmbrico de color oscuro y textura franca; Fluvisol eútrico suelo formado a partir de material aluvial, se ubica al Este de Tlaxcala en la bajada de la Malintzi, pobre en materia orgánica, esta constituido por capas, de textura arenosa.

Usos actuales

En el cuadro 1. Se tiene que el área de estudio está dedicada principalmente a la actividad agrícola y a los asentamientos humanos, la primera con un valor de 69.00 % del área total de la cuenca y la segunda de 10.40 %, resultando un total de 79.40 %, el resto de la superficie es ocupada por vegetación natural y otros usos como el ganadero e industrial y comercial.

Cuadro 1 Uso actual del suelo

Uso actual del suelo y vegetación	Superficie en km ²	
	Año 2008	%
Vegetación	29,428	19.60
Zonas urbanas	15645	10.40
Agricultura	104046	69.00
Temporal	97086	
Riego	6960	
Otros	731	1.00
Total	149,850	100.00

Fuente: Elaborado por los autores del trabajo, con información de campo y gabinete

Uso Potenciales

Como se observa en el cuadro 2. En el área de interés se tiene las siguientes clases de tierras:

Clase I

Se localiza en un relieve plano y está dedicado a la agricultura de riego y temporal, cultivándose alfalfa, maíz y hortalizas, tiene un gran potencial para la agricultura y ganadería

Clase II

Presenta un relieve ligeramente ondulado está dedicado a la agricultura de temporal y a los asentamientos humanos, tiene un potencial para la agricultura y para los asentamientos humanos, con limitantes ligeras para ambas y sin limitantes para la ganadería

Clase III

Se localiza en un relieve ondulado, está dedicada principalmente a la agricultura de temporal, aunque de acuerdo a su potencial se puede dedicar a la agricultura con limitantes moderadas

Clase IV

Se ubica en terrenos ondulados dedicados a la agricultura de temporal con cultivos de maíz, fuertemente erosionados proceso que limita fuertemente las actividades, agrícola, ganadera y de los asentamientos humanos

Clase V

Se utiliza en agricultura de temporal con cultivos de maíz, cebada y avena ocupa el segundo lugar en superficie (25), se localiza en terrenos planos o ligeramente inclinados; estos no deben dedicarse a la agricultura y ganadería, ya que presentan limitantes severas

Clase VI

Es la dominante por ocupar el 28 % de la superficie de la cuenca se localizada en terrenos montañoso u ondulado, dedicada a la agricultura de temporal con cultivos de maíz, por las limitantes que presenta debe dedicarse a la vida silvestre y no a una agricultura o ganadería con muchos obstáculos

Clase VII

Zona de bosque de pino, encino, es una sierra, en algunas áreas se practica la agricultura de temporal aunque su potencial es forestal, existiendo un uso inadecuado del suelo

Clase VIII

Es la parte alta del volcán de la Malinzi, terreno muy escarpado, con pastos arenos, este debe dedicarse a la vida silvestre.

Más del 60 % de la cuenca tiene un potencial para el aspecto forestal, aunque está dedicada a la agricultura de temporal, en este caso se tiene un uso inadecuado de este recurso, originando esto, una erosión del suelo que va desde moderada a muy severa

Cuadro 2. Uso potencial del suelo

Clases de tierras	Localización	%
I	Sur Oeste, Zacatelco	4
II	Centro Este Xalostoc, Apizaco.	5
III	Parte central Apizaco, Tetla	15
IV	Centro Este Tzompatepec	8
V	Sur Contla, Teolochoico, Chiautempan	25
VI	Este de Hueyotlipan , Tlaxco	28
VII	Este de Tlaxco	12
VIII	Parte alta del Volcán de la Malinzi	3

Fuente: Elaborado por los autores del trabajo, con información de campo y gabinete

Degradación

Por las características que presentan los suelos y su entorno, estos son altamente susceptibles a degradarse; aunado esto tenemos el uso inadecuado del suelo y práctica agrícola carente de toda técnica de conservación de suelos; dando como resultado un suelo erosionado, contaminado y compactado; de estos tres, el primero es el que se presenta con mayor intensidad. Dada la importancia de este fenómeno se consideraron tres aspectos: las deformaciones, erosión actual y la velocidad de este proceso

Deformaciones

El agua al circular sobre la superficie del suelo y erosionarlo da lugar a un relieve que adoptan formas como: láminas, surcos, cárcavas, barrancos, islotes y pináculos (fotografía 1).

En el cuadro 3 se observa que el 88 % del área de estudio presenta un relieve con deformaciones producto de este fenómeno y que 180 km² que corresponde al 12% de la superficie total de la cuenca no tienen deformaciones,



Fotografía 1 Erosión laminar y pináculos

La forma laminar es la dominante ya que ocupa el 52% de la superficie total, esta deformación esta asociada con islotes, pináculos y barrancas

Erosión actual

Es la erosión que se presenta actualmente y que se manifiesta en diferentes formas y grados. Una vez realizados los trabajos de gabinete y campo así como aplicado la metodología ya mencionado resulto que la erosión severa y muy severa donde sea perdido los horizontes A, B y parte del, C, como se observa en el cuadro 4 esta clase se localiza sobre lomeríos, cerros y barrancos, con pendientes que varían 3 a 45% y que están asociadas suelo sin cobertura o una vegetación de matorral o bosque abierto

Cuadro 3 Formas del relieve erosionado

Deformaciones	Superficies (km ²)	% con relación a la superficie total de la cuenca
Sin deformaciones	180.00	12
Láminas e islotes	134.50	9
Cárcavas	225.00	15
Barrancos	239.50	16
Láminas, barrancos e islotes	123.75	8
Barrancos y láminas	90.00	6
Láminas, cárcavas e islotes	168.75	11
Láminas, barrancos y cárcavas	213.75	14
Cárcavas y barrancos	22.50	2
Barrancos y cárcavas	45.00	3
Cárcavas y láminas	47.75	4
Superficie total	1498.50	100 %

Fuente: Elaborado por los autores del trabajo, con información de campo y gabinete

Cuadro 4 Erosión actual

Punto	Suelo	% del horizonte perdido			Clase	Forma del relieve
		A	B	C		
10	Hh	5			A no manifiesta	Lomerío
12	Hh	10			A no manifiesta	Llanura
17	Hh	8			A no manifiesta	Lomerío
49	Je	2			A no manifiesta	Llanura
50	Be	3			A no manifiesta	Bajada
52	Be	2			A no manifiesta	
1	Be	40			A/B ligera	Sierra
3	Th	35			A/B ligera	Sierra
4	Hh	28			A/B ligera	Sierra
40	Re	23			A/B ligera	Cerro
46	Re	41			A/B ligera	Volcán
48	be	32			A/B ligera	Sierra
58	Be	30			A/B ligera	Lomerío
8	Hh	100	20		B moderada	Lomeríos

26	Be	100	16		B moderada	Mesa
32	Re	100	23		B moderada	Lomeríos
33	hh	1000	18		B moderada	Lomeríos
27	Be	100	36		B moderada	Barrancos
5	Hh	100	100	5	B/C severa	Lomeríos
7	be	100	100	100	C muy severa	Lomeríos
9	Hh	100	100	80	C muy severa	Cerros
21	Be	100	100	95	C muy severa	Lomeríos
30	Vp	100	100	100	C muy severa	lomeríos
36	Re	100	100	90	C muy severa	Barrancos
55	Hh	100	100	100	C muy severa	Lomeríos

Fuente: Elaborado por los autores del trabajo, con información de campo y gabinete

La cuenca actualmente está muy erosionada como puede observarse en el cuadro 5, ya que casi el 75 % del área de estudio (tres cuartas partes), están afectadas por este fenómeno, también gran parte del área de interés, presenta erosión severa y muy severa, las dos primeras clases de este cuadro (no manifiesta y leve), ocupan casi el 50% de la cuenca y se localizan en zonas planas o ligeramente inclinadas (fotografía 2)

Cuadro 5 Erosión actual

Clase de erosión	Superficies (km ²)	% con relación a la superficie total de la cuenca
A Erosión no Manifiesta	416.25	27.78
A/B erosión Leve	321.75	21.48
B Erosión Moderada	267.75	17.87
B/C Erosión Severa	351.00	23.42
C Erosión Muy Severa	141.75	9.45
Total	1498.50	100.00



Fotografía 2 Erosión leve

Velocidad de la erosión

Como se observa en las tablas 1, 2 y en el cuadro 6, la erosión entre 1 y 10 ton/ha/año es la dominante en el área de estudio y corresponde a zonas de bosque de pino y encino, con una pendiente entre 20 y 50 % y precipitación media anual de 800 ó 850mm.

Las zonas con velocidad de erosión entre +10 y 20 ton/ha/año se ubica en bosques abiertos o áreas agrícolas con pendiente fuerte en la primera (50%) y ligera en la segunda (3, 9%), suelos de textura media y precipitación entre 700 y 800 mm.

Los sitios que están perdiendo entre +20 y 30 ton/ha/año

Los sitios con matorral bajo, suelos de textura de migajón arcillo arenoso, pendiente entre 5 y 25 %y precipitación de 850 mm se están removiendo con una velocidad entre 31.05 y 77.86 ton/ha/año (moderada).

Se están perdiendo 154.00 (alta) ton/ha/año en suelos dedicados a la agricultura de temporal con pendiente de 25 % y precipitación media anual de 850 mm.

Los suelos dedicados a la agricultura de temporal de textura arenosa o con matorral abierto y pendiente de 25 % y precipitación de 859mm presentan una pérdida de 210 y 235 ton/ha/año (alta).

La erosión más severa (mayor a 300 ton/ha/año), se localiza en bosques de pino, encino, juníperos, eriales o en zonas agrícolas con pendientes que varían entre 18 y 25 %, suelos con textura de migajón arcillo-arenoso y precipitaciones de 850mm (muy alta).



Fotografía 2 Erosión muy alta

Además en el cuadro 6 se observa que en ningún punto se está aplicando técnicas de conservación de suelos

Tabla1 Velocidad de la erosión

Puntos	Velocidad (ton/ha/año)
42	-1 – 10
7	+10 - 20
1	+20 - 30
1	+30 - 50
1	+ 50 - 100
2	+ 100. -150
2	+ 150 - 200
1	+ 200 – 250
0	+250 - 300
4	+300

Tabla 2 Clasificación de la velocidad de la erosión

Clases de erosión	valor (ton/ha/año)
Erosión baja	1 a 10
Erosión ligera	+ 10 a 30
Erosión moderada	+ 30 a 100
Erosión alta	+ 100 a 300
Erosión muy alta	+ 300

Cuadro 6 Velocidad de erosión

Punto	Suelo	Materia orgánica (%)	Textura	Pen-diente	Lon-gitud.	Vegeta-ción, Uso del suelo	Técnicas. de Conserva-ción	P.ma (mm.)	Erosión Ton/ha/año
13	Hh, l	1.3	Mr	2	40	M		700	0.47
6	Hh	3.1	Mra	1	3000	At.		750	1.63
1	Re	0.9	Mr	45	400	Bp, Bq		900	3.74
11	Hh	2.8	Mra	6	100	At		700	5.48
14	Th	2.3	C	50	200	Bp		800	8.19
9	Hh	2.5	Mra	9	100	At , Bj		700	10.50
25	TH	2.3	C	50	200	Bp. Bq		800	14.73

31	VP	4.1	MR	3	100	Ar, At		800	13.07
61	Hh	2.1	Mra	8	100	At		750	16'20
23	HH	1.4	MrA	2	1000	At, Bp		800	19.91
30	Vp	4.3	Mr	5	100	At		800	22.93
20	Hh	4.2	Mra	7	100	Pz Bj		750	31.05
55	Hh	2.3	Mra	12	100	M		700	34.93
38	Je	0.79	Ma	5	100	M		850	70.98
56	Hh	2'1	Mra	30	100	At		700	77.86
48	Be	0-75	Mra	25	100	At		850	154.00
44	Re	0.85	Mra	1	1000	At		850	210.20
54	Re	0.68	Ma	25	100	M		850	235.25
7	I, be	1.2	Mra	18	100	Erial		750	309.66
2	Th	3.5	C	20	450	At		850	349.00
35	Be	0.66	Mra	25	60	Bj		850	652.56

Fuente: Elaborado por los autores con información de campo y gabinete

Suelos

Hh Feozem háplico

Re Regosol eútrico

Th Andosol húmico

Je Fluvisol eútrico

Be Cambisol eútrico

I Litosol

Pma = precipitación media anual

Textura

Mr migajón arcilloso

Mra migaón arcilloso arenoso

C Franca

Uso del suelo y vegetación

At Agricultura de temporal

Ar Agricultura de riego

M Matorral

Pz Pastizal

Bp Bosque de pino

Bq Bosque de encino

Bj Bosque de juníferos

Erial sin vegetación

ton toneladas

ha hectárea

Como se observa en el cuadro 7 y en valores de la tabla 1, la erosión moderada, alta y muy alta ocupan casi, el 50 % del área de interés

Cuadro 7 Clases de erosión

Clases de erosión	Superficies (km ²)	% con relación a la superficie total de la cuenca
Erosión muy ligera	287.50	19.20
Erosión ligera	482.00	32.16
Erosión moderada	76.00	5.07
Erosión alta	320.00	21.35
Erosión muy alta	333.00	22.22
total	1498.50	100.00

Fuente: Elaborado por los autores con información de campo y gabinete

Contribución al desarrollo sustentable

Para que un suelo contribuya al desarrollo sustentable, este debe ser sustentable, adquiere esta característica cuando no está degradado, es permanente o se ha conservado y pueda satisfacer necesidades de generaciones futuras, en los resultados se observa que este recurso natural; está muy degradado, que día a día se ha erosionando de manera severa, reduciendo su capacidad productiva como satisfactores al perder materia orgánica y nutrientes, por esto también contribuye a la disminución de los ingresos de los habitantes de la cuenca

En la cuenca tanto a nivel regional como local se tiene un desarrollo basado en actividades principalmente del sector secundario como la industrial textil, terciario entre otras el comercio y turismo

Conclusiones

Existe una insustentabilidad del suelo en un 88 % de la cuenca

Los suelos de la cuenca son altamente susceptibles a degradarse, por sus características y las de su entorno

La principal actividad productiva es agricultura de temporal, con cultivos anuales como el maíz

En la zona Norte el área de estudio tiene un potencial forestal, agrícola en la Sur y existe un uso inadecuado en gran parte de la cuenca

El recurso suelo está muy impactado por el proceso de erosión, reduciendo su capacidad productiva

Recomendaciones

Es necesario hacer un estudio sobre indicadores de desarrollo integral y de sustentabilidad

Es importante concienciar a los habitantes de la cuenca sobre la degradación del suelo y su impacto sobre su entorno y su economía

El uso del suelo debe ser de acuerdo a su potencialidad para no degradarlo y contribuir a la sustentabilidad local y regional

Bibliografía

- Alvarado, C. M. (1997). Causas, origen y diagnóstico de la erosión del suelo en el estado de Tlaxcala. México D. F.: Instituto Politécnico Nacional
- Becerra, M. A. (1999). Escorrentía, Erosión y Conservación de Suelos. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo (UACH).
- Cook, G. A., M. C. B (1997). Antología de Tlaxcala. México, D. F.: INAH.
- López, L. V. (2006). Sustentabilidad y Desarrollo Sustentable. México: IPN.
- Espinosa, E. H. (1992). Dinámica de la erosión hídrica y eólica en el estado de Tlaxcala. Montecillos, Estado de México. Tesis de Maestría: Colegio de Postgraduados.
- FAO, (1980). Metodología provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma.
- García, C. A. (1997). Control de la erosión en Tlaxcala: época prehispánica. *In*: Antología de Tlaxcala. Compiladores, Ángel García Cook y Beatriz L. Merino Carrión. Antologías. Serie Arqueológicas. México, D. F.: Instituto de Antropología e Historia.
- Gobierno del estado de Tlaxcala (2002). Ordenamiento Ecológico del estado de Tlaxcala, Tlaxcala, Tlax.
- INEGI, (1996). Guía para Interpretación de la Cartografía Uso Potencial del Suelo. Aguascalientes, Ags.
- INEGI (2006) Anuario Estadístico del estado de Tlaxcala, Aguascalientes, Ags.
- Kirkby, M. J. (1984) Erosión de Suelo. . México, D. F: LIMUSA
- Rey, C. J. (1996). Manual para el diagnóstico y monitoreo de la erosión. Chapingo. Estado de México: Universidad Autónoma.
- Ruiz, F. F. (1993). Manejo y conservación del suelo y agua, colegio de postgraduados, montecillos estado de México
- INEGI-SPP (1980-2003), cartas topográficas, edafológicas, geológicas E14 B 13, 32, 33, 34, 43, escala 1: 50,000 Aguascalientes Ags.
- INEGI, (1980). Fotografías aéreas escala 1:70,000
- INEGI, (1996). Espacio mapa escala 1:150,000