

DEGRADACIÓN DE SUELOS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL NORTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO

*M. Espinosa Ramírez*¹, *E. Andrade Limas*², *P. Rivera Ortiz*², *A. Romero Díaz*³
Campo Experimental Río Bravo (México)¹, Universidad de Tamaulipas (México)² y Universidad de Murcia³

RESUMEN

La degradación de los suelos es un proceso que puede estar inducido por el hombre y que disminuye la capacidad actual y/o futura para sostener la vida humana. En este trabajo se estudia la Zona II de la Cuenca de Burgos (México) con el objetivo de evaluar y conocer los distintos tipos de degradación, originada por la acción antrópica. Para ello se delimitaron los tipos de suelo, se seleccionaron áreas representativas para realizar perfiles de suelos y se evaluó la degradación de los mismos siguiendo la metodología de ASSOD (Van Lyden, 1997). Los resultados muestran como el 74% del área estudiada presenta evidencias de degradación. Los tipos dominantes son: erosión hídrica, compactación y erosión eólica. Las causas principales son el sobrepastoreo y las prácticas agrícolas superficiales, a lo que hay que añadir las actividades industriales recientes de PEMEX. La degradación más acusada se presenta en Calcisoles. Los Leptosoles, por el contrario, tienen menor degradación, pero es en donde se da la mayor actividad industrial.

Palabras clave: degradación de suelos, tipos de suelos, actividad antrópica, erosión hídrica, erosión eólica, compactación, Norte de México.

SOIL DEGRADATION BY HUMAN ACTIVITY IN NORTHERN TAMAULIPAS, MEXICO

ABSTRACT

Soil degradation is in many occasions a human induced process which diminishes the present and/or future soil capability to maintain human life and environment. In this work the Zone II of the Burgos (Mexico) in order to evaluate and understand the different types of degradation caused by human action. Have identified the types of soil, representative areas were selected for soil profiles and evaluated the degradation of these, following the methodology of ASSOD (Van Lyden, 1997). The results show that 74% of the study area shows evidence of degradation. The dominant types are: water erosion, compaction and wind erosion. The main causes are overgrazing and poor farming practices surface, to which must be added the recent industrial activities of PEMEX. The higher rate of degradation occurs in Calcisols. Leptosols have the lowest rate of degradation, but have more industrial activity.

Key words: land degradation, soil types, human activity, water erosion, wind erosion, compaction, Northern Mexico.

Fecha de recepción: 18 de febrero de 2011. Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2011.

1 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Río Bravo, México. E-mail: espinosa.martin@inifab.gob.mx

2 Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. E-mail: eandrade@aut.edu.mx; lida@uat.edu.mx

3 Departamento de Geografía. Universidad de Murcia, España. E-mail: arodi@um.es

1. INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos, entendida como los procesos inducidos por el hombre que disminuyen la capacidad actual y/o futura del suelo para sostener la vida humana (Oldeman, 1989), está relacionada con el régimen climático, las condiciones geomorfológicas y las características intrínsecas de los suelos, pero sobre todo con la deforestación, el establecimiento de sistemas agrarios inapropiados y el impacto que causan las políticas públicas en el medio ambiente. Lal *et al.*, (1989) señalan que el desarrollo sostenible del recurso suelo depende del entendimiento de atributos moderados y procesos que están sirviendo al ecosistema o funciones de importancia de los suelos y las transformaciones que ocurren a través de esas interacciones con el medio ambiente. El término susceptible, cuando es aplicado al suelo implica la posibilidad de cambios adversos en las propiedades del suelo y en los procesos que conducen a la reducción en la habilidad para desarrollar sus funciones en el ecosistema. El producto de esos cambios adversos es colectivamente llamado degradación de suelos.

El suelo en estado natural está en un equilibrio dinámico con su medio ambiente, está fuertemente interactuando con la biosfera y está lleno de macro y microfauna. La actividad biótica altera las propiedades del suelo, propiedades que soportan una forma de vida específica. Los principales cambios adversos en los atributos, conducen a reducir la función de su capacidad. Así, la degradación del suelo conlleva cambios adversos en propiedades y procesos con el tiempo. Esos cambios pueden ser debidos a la remoción y alteración del equilibrio dinámico del suelo con el medio ambiente debido a perturbaciones naturales o antrópicas. Las perturbaciones naturales son bajas, permitiendo al suelo adaptarse a las nuevas condiciones; no obstante, algunas perturbaciones naturales pueden ser rápidas con cambios drásticos. Sin embargo, las actividades antrópicas son más rápidas, perturban el delicado balance entre el suelo y su medio ambiente, y ocasionan alteraciones drásticas en las propiedades y procesos del suelo.

Los objetivos principales de este estudio han sido: (1) Determinar la distribución de los tipos de suelo presentes en la zona; (2) Evaluar y conocer los tipos de degradación de los suelos causada por el hombre en la zona; (3) Encontrar la proporción de los niveles de afección y los factores que han causado la degradación.

2. AREA DE ESTUDIO

El presente estudio se realizó en la Zona II de la Cuenca de Burgos, que se localiza en el sector noreste del estado de Tamaulipas, México (Figura 1), entre los paralelos 25° 35' y 25° 45' de latitud norte y 98° 24' Y 98° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La zona de estudio comprende una superficie agraria de 53.451 has. Presenta un clima Cálido Semiseco (BS(h')) con una precipitación media de 540 mm anuales y temperaturas de 24.3°C con oscilaciones térmicas extremas, generalizando condiciones de sequía y temperatura variables en la zona. Se presentan heladas ocasionales, que hacen descender la temperatura hasta 6° C bajo cero, sobre todo en el período de noviembre a febrero. Por lo general, las lluvias son irregulares y escasas durante todo el año, concen-

consideró 1 cm² como criterio de área mínima cartografiable; cada una de las delimitaciones resultantes constituyó los sistemas terrestres.

La evaluación de la degradación se realizó, utilizando la metodología ASSOD (Van Lyden, 1997), que es una modificación de la denominada GLASOD, propuesta por Oldeman (1988). Esta última, adoptada por la FAO a nivel mundial y por el Inventario Nacional de Suelos de la Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos (DGRyCS), dependiente de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en México. Metodología con la que se reconocen dos grandes categorías de procesos de degradación del suelo: la degradación por erosión y desplazamiento del suelo, y la degradación resultante de su deterioro interno. Esta evaluación se realizó a través de recorridos de campo en cada una de las unidades de suelos, ubicadas dentro de las comunidades que conforman la zona de estudio, utilizando las imágenes de satélite. Se tuvo también en cuenta la opinión de los agricultores locales, cuyas experiencias ayudaron para identificar, localizar y evaluar los tipos de degradación de suelos dentro de cada una de las unidades.

Además de la evaluación de los diferentes tipos de degradación de suelos, se documentaron las características de cada unidad de suelo con fotografías y en cada tipo de degradación se tomaron muestras de la capa superficial (de 0 a 25 cm de profundidad). Cada punto de muestreo se georreferenció, y posteriormente se realizaron los análisis en el laboratorio, en donde se determinó: pH, conductividad eléctrica (CE) del extracto de saturación, materia orgánica (MO), cationes solubles (Ca, Mg, Na y K), relación de absorción de sodio (RAS), porcentaje de sodio intercambiable (PSI) y densidad aparente (Dap). Una característica adicional sobre los puntos de muestreo, fue que la ubicación debía de coincidir con alguno de los puntos de la cuadrícula de 3 km x 4 km de referencia en coordenadas UTM.

Una vez concluida la evaluación de los tipos de degradación de los suelos, se determinaron las causas, sus niveles de afectación, la superficie afectada por tipo de suelo y las tasas actuales que presentan. Para mejorar la apreciación de las causas que han originado la degradación, se realizaron entrevistas personales con agricultores de las comunidades para conocer la opinión sobre los cambios ocurridos en los últimos diez años. Para el procesamiento de datos y cartografía se utilizó el Sistema de Información Geográfico (SIG) Arcview 3.2.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización de los suelos

Las unidades de suelos dominantes en el área de estudio, de acuerdo con la clasificación FAO/UNESCO (1988) son Calcisoles, Kastañozems, Leptosoles y Vertisoles en menor proporción. En la tabla 1, se muestra la superficie y porcentaje de los diferentes tipos de suelo, obtenida de acuerdo con la metodología utilizada: imagen de satélite, datos geomorfológicos, perfiles de suelos realizados en campo y la verificación de los límites entre las diferentes unidades de suelos de la zona.

TABLA 1.
Tipos de suelo, superficie y porcentaje de los suelos existentes en el área de estudio

Tipos de suelo	Superficie (Has)	%
Calcisoles	22.345,93	42,11
Kastañozems	20.327,59	38,03
Leptosoles	6.833,49	12,78
Vertisoles	3.783,79	7,08
TOTAL	53.290,80	100

En las figuras 2 y 3, se puede observar como los Calcisoles ocupan la mayor parte de la superficie del área de estudio. Estos suelos son calcáreos, originados en zonas áridas y semiáridas del norte de México, presentan una vegetación dominante de matorrales y pastizales. Están limitados por los factores climáticos, sin embargo, bajo riego son suelos agrícolas bastante productivos. Son suelos propios de zonas donde la deficiencia de humedad impide el lavado de sustancias solubles (como sales y carbonatos), esta limitación impide que se desarrollen suelos profundos y hace que los aportes de materiales orgánicos sean mínimos.

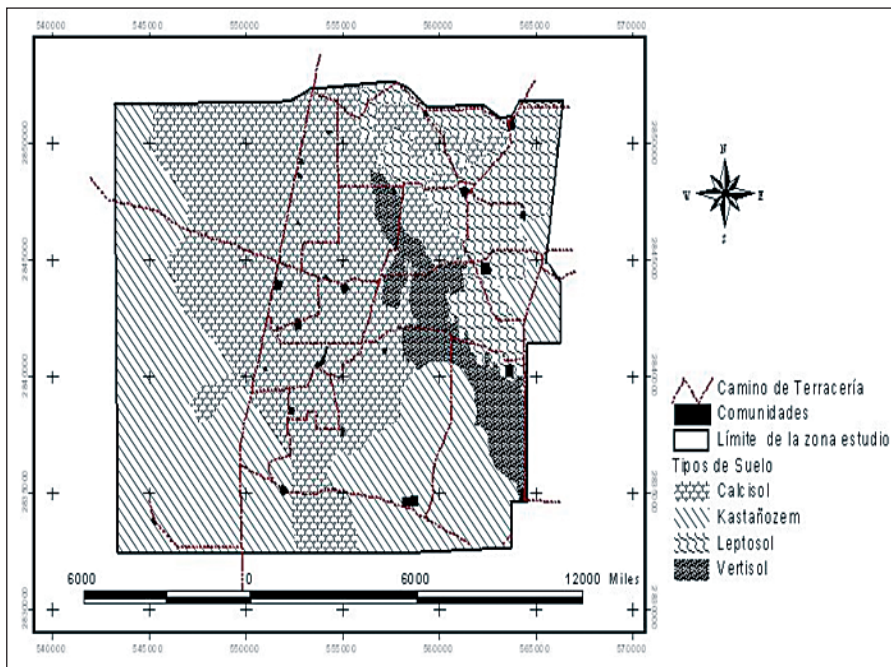


FIGURA 2. Tipos de suelos presentes en la zona de estudio

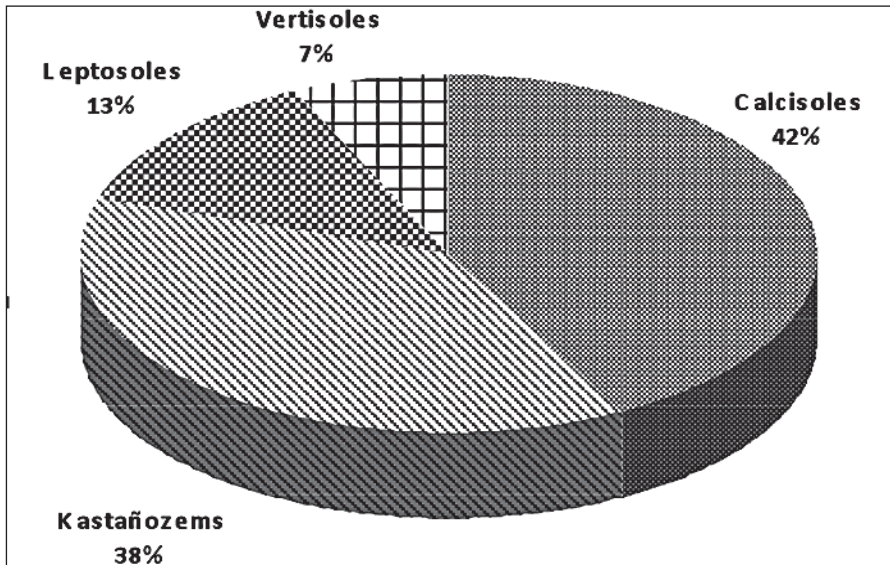


FIGURA 3. Distribución proporcional de los tipos de suelos en el área de estudio.



FIGURA 4. Perfiles típicos del Calcisol (A) y Kastañozem (B).

Los Calcisoles son suelos que presentan acumulaciones, en mayor o menor grado de carbonatos, especialmente de calcio (Figura 4A). El potencial agrícola de estos suelos

puede llegar a ser alto cuando se cuenta con infraestructura de riego; aunque en este caso, se potencia su susceptibilidad a la salinización y encostramiento superficial, dado que el arrastre de sales se presenta preferentemente hacia la superficie del suelo por los altos índices de evaporación.

Los suelos Kastañozem ocupan menor superficie que los Calcisoles en el área de estudio, unas 20.328 has (38,03%), y se caracterizan con un horizonte A de color pardo oscuro, con mayor contenido de materia orgánica y nutrientes que los Calcisoles, con una acumulación prominente de carbonato de calcio suelto o ligeramente cementado (Figura 4B). En condiciones naturales, la vegetación que en ellos se desarrolla, son pastizales, en forma predominante, por lo que son empleados para la ganadería extensiva. Estos suelos se secan a una gran profundidad durante la época de sequía, por lo que requieren de irrigación para que sean altamente productivos, sin embargo, existe el riesgo de salinización. Presentan susceptibilidad a la erosión eólica, particularmente en tierras de cultivo.



FIGURA 5. Perfiles típicos del Leptosol (A) y Vertisol (B).

Los Leptosoles ocupan el 12.78% de superficie en la zona. Se definen como suelos de poca profundidad sobre roca sedimentaria dura. Son suelos someros pobremente desarrollados, con una profundidad no mayor de 40 cm hasta el material parental. Se presentan sobre todo en las sierras con mayor pendiente, en alternancia con afloramientos de la roca madre. Tienen una vegetación variable, predominando los matorrales. Son suelos medianamente fértiles, pero inapropiados para la agricultura por su escasa profundidad y susceptibilidad a la erosión (Figura 5A).

Los Vertisoles se encuentran en un 7.08% de la superficie de la zona. Son suelos con un alto contenido de arcilla, propensos a la expansión y la formación de grietas en la parte superficial. Son de colores que van del gris al negro, pegajosos cuando están húmedos y

duros durante la época seca. Su uso agrícola es extenso, pero dificultan su manejo debido a sus propiedades de dureza y dificultad para la labranza. Aunque pueden almacenar importantes cantidades de agua, el rango aprovechable es corto, debido a los problemas de aireación, resistencia a la penetración y la escasa profundidad efectiva de enraizamiento, que pueden alcanzar los cultivos. Son susceptibles a la compactación, en particular cuando las operaciones de campo son realizadas con altos contenidos hídricos (Figura 5B).

4.2. Tipos de degradación del suelo

En el estudio realizado (Figura 6) se obtuvieron 321 unidades cartográficas, las cuales indican que el 73,52% de la superficie analizada está siendo afectada por algún tipo de degradación.

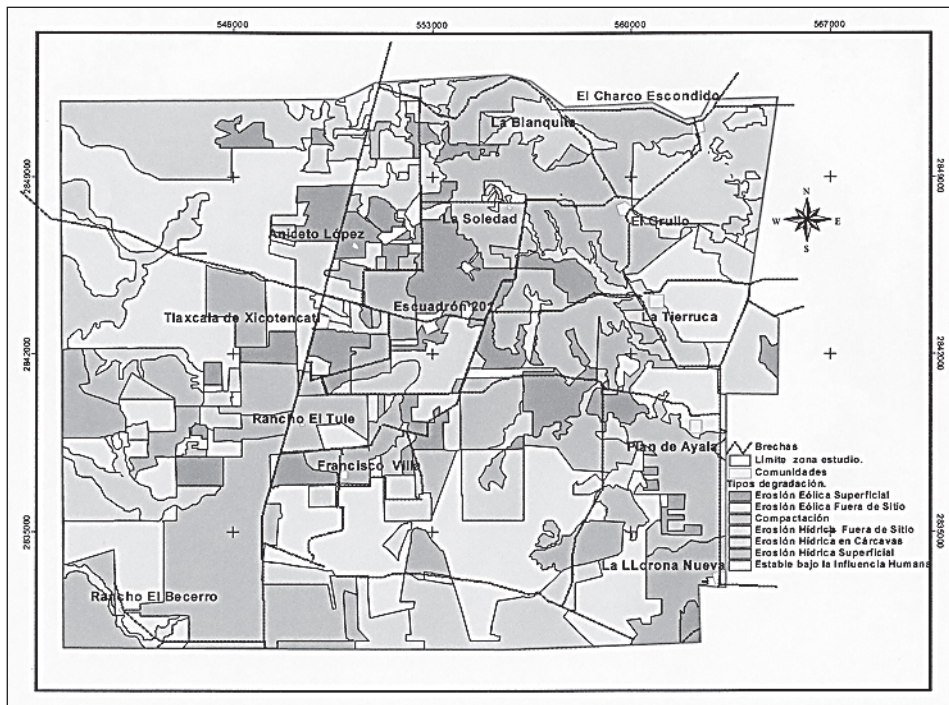


FIGURA 6. Tipos de degradación presentes en el área de estudio.

En la tabla 2 se muestran las superficies sin degradación aparente (SH) y las que están afectadas por procesos de degradación. Como se puede observar en la Figura 7, el tipo de degradación dominante es la erosión hídrica (Hs+Hc+Ha), en sus tres tipos específicos, con aproximadamente el 30% del área (15.885 has). Estos procesos se ven favorecidos por la pendiente y la falta de cobertura vegetal.

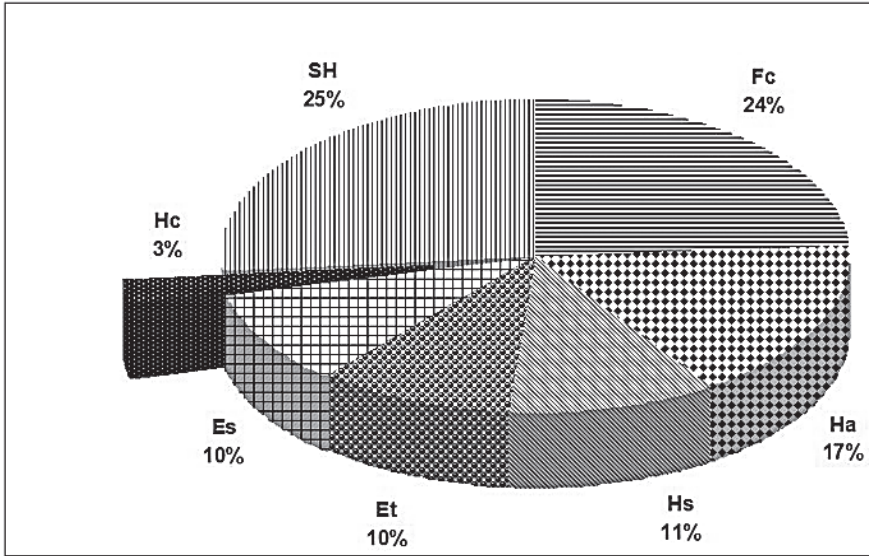


FIGURA 7. Tipos de degradación de suelos presentes en la zona de estudio.

TABLA 2.
Superficies que ocupan los diferentes tipos de degradación.

Tipo de degradación	Superficie (ha)	%
Fc: Compactación	12 775.73	23.97
Ha: Erosión hídrica fuera de sitio	8 861.58	16.63
Hs: Erosión hídrica laminar	5 683.78	10.67
Et: Erosión eólica fuera de sitio	5 344.36	10.03
Es: Erosión eólica superficial	5 172.66	9.71
Hc: Erosión hídrica en cárcavas	1 339.60	2.51
SH: Sin degradación aparente	14 113.09	26.48
TOTAL	53 290.80	100.00

Las comunidades afectadas por erosión hídrica fuera de sitio (Ha) son: “La Blanqui-ta”, “El Charco Escondido” y proximidades de “El Grullo”. La principal consecuencia es el azolve en las partes bajas.

Las poblaciones afectadas por erosión hídrica laminar (Hs) son: “La Llorona Nueva”, “Francisco Villa” e inmediaciones de “Escuadrón 201”. En estas áreas los efectos producen la disminución del espesor del suelo (horizonte A) por remoción del material superficial que se ubica en la parte media de la ladera donde la actividad agrícola se hace presente.

Los efectos de la erosión hídrica en cárcavas (Hc) no abarcan superficies extensas, sin embargo, se los aprecia de manera notable en el paisaje, donde tiene lugar la concentración de las escorrentías, marcándose más en parcelas agrícolas de “La Nevada” y “Escuadrón 201”.

La segunda forma importante de degradación es la compactación (Figura 7). El pastoreo intensivo y la mecanización excesiva en áreas agrícolas están ligados íntimamente al grado de compactación existente en el suelo. Esto provoca cambios en las condiciones físicas y disminución de la tasa de infiltración del suelo, lo que afecta al crecimiento de las plantas y aumenta la susceptibilidad a la erosión. Durante los recorridos de campo se observó que muchas praderas y parcelas agrícolas en la zona han disminuido su potencial productivo, consecuencia de la compactación.

En importancia le sigue, la erosión eólica (Figura 7). La erosión eólica fuera de sitio (Et) y la pérdida de la capa superficial (Hs) afectan a parte de las poblaciones de “La Tierrauca”, “Aniceto López” y “Escuadrón 201”. Las principales causas son la insuficiente protección de la cubierta vegetal, las condiciones de sequía que prevalecen en gran parte del año en la región y la destrucción de la estructura del suelo por uso excesivo de labores superficiales (rastras continuas). Al relacionarlo con el mapa de suelos se observa como la mayor parte de este proceso de degradación se produce en los Calcisoles, que concuerda con lo indicado por Carrillo (2002).

El resto de la superficie se encuentra estable bajo influencia humana, donde los usos del suelo principales son ganaderos y de actividades de PEMEX (Petróleos Mexicanos). Estas zonas son muy vulnerables a los pequeños cambios que ocasionan las actividades humanas y tienden a degradarse en corto espacio de tiempo.

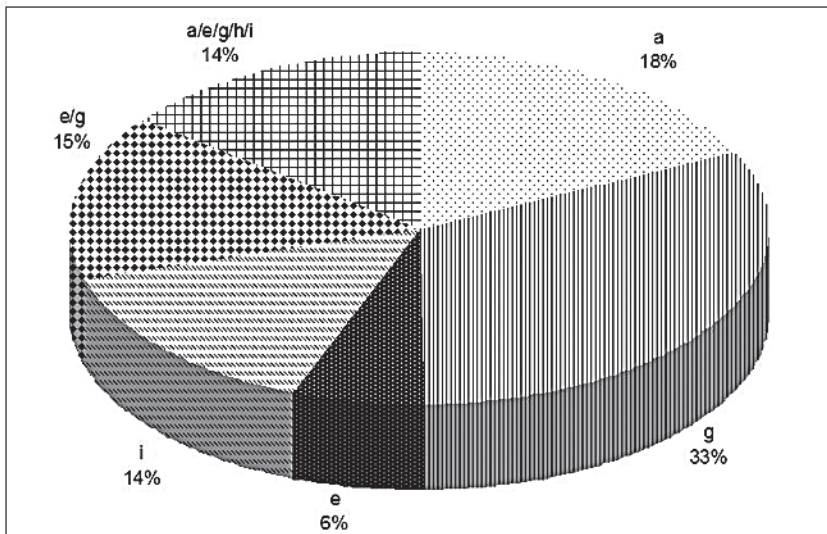


FIGURA 8. Factores responsables de la degradación de los suelos en el área de estudio.
a: agrícola, g :sobrepastoreo, e: sobreexplotación de la vegetación, i: actividad industrial,
e/g y a/e/g/h/i: combinación de dichos factores.

Las unidades evaluadas muestran diferentes niveles de degradación de sus suelos. En gran medida el 57,70% de la superficie, se presenta degradada en forma moderada, fuerte en un 22,37% y ligeramente en un 19,93%. Esto revela que hay una marcada reducción de la productividad agropecuaria que precisa acciones de conservación para su recuperación.

Los factores causantes más sobresalientes son el sobrepastoreo (g) y las prácticas agrícolas inadecuadas (a). La sobreexplotación de la vegetación (e) como recolección de leña y producción de carbón también contribuyen al proceso de degradación, aunque afecta sólo a una pequeña superficie.

Del mismo modo, las actividades industriales (i) de exploración y perforación de PEMEX generan deterioro y su acción se encuentra combinada con la de los factores mencionados anteriormente afectando a un 17% de la superficie evaluada.

En la Figura 8 se muestra la contribución de los distintos factores que ejercen presiones sobre los suelos y ocasionan su degradación.

Por último, la tasa de degradación del suelo, que indica la rapidez o velocidad de la degradación en los últimos 10 años o su tendencia, muestra que el 40% de la superficie se encuentra en un proceso positivo, lo cual revela que está en aumento.

Como resultado de la digitalización de pozos y caminos de acceso sobre las imágenes de satélite de 1998 y 2005 se determinó que el número de pozos en la zona de estudio aumentó de 139 a 223 pozos, lo que implica un aumento del 62% en este periodo de tiempo. Con respecto a la superficie degradada, en el año 1998 ésta ocupaba 2,36 km², mientras que en el año 2005 el área afectada se incrementó a 3,79 km², lo que indica una tendencia de incremento anual del 9%.

Las exploraciones que realizan las compañías al servicio de PEMEX para perforar afectan significativamente al entorno. El efecto negativo se evidencia en el empleo de maquinaria pesada, el tránsito de vehículos pesados, la remoción de vegetación, la formación de brechas y caminos y la remoción del suelo que afectan a las comunidades cercanas.

5. CONCLUSIONES

Del estudio realizado se desprende como casi el 74% de la superficie de la Zona II de la Cuenca de Burgos (México), se encuentra afectada por algún tipo de degradación.

La mayor tasa de degradación se presenta en los Calcisoles, relacionada con la combinación de actividades agrícolas inadecuadas (rastreo excesivo), sobre-pastoreo y actividades de exploración y perforación por PEMEX. Los niveles bajos de degradación tienen lugar en los Leptosoles, ya que estos suelos todavía presentan una cubierta vegetal de matorral espinoso tamaulipeco, aunque en la actualidad, tiende a elevar su nivel de degradación por las actividades industriales.

El principal factor responsable de la degradación de los suelos tiene lugar por la combinación de actividades agrícolas, ganaderas e industriales. Los tipos de degradación de suelos más importantes por procesos fueron: erosión eólica e hídrica.

De los niveles de afección moderada, el tipo de degradación más importante es la erosión eólica, relacionada con la escasa cubierta vegetal, el excesivo uso de rastreo y falta de barreras rompavientos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAO (1990): Sustainable development and management of land and water resources. In: *Conference on Agriculture and the Environment*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Rome. 22 pp. Background Document No. 1.
- FAO-UNESCO (1988): *Soil Map Of World, Revised Legend*. World Soil Resources Report 60. Food and Agriculture Organization of the United Nations. United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Roma. 119 pp.
- INEGI (1975): Instituto Nacional de Estadística e Geografía e Informática. *Mapa edafológico*. Dirección General de Geografía. Colegio de Postgraduados – SARH. 1ª. Edición. Tamaulipas, México.
- LAL, R. (1982): Management of clay soil for erosion control. *Tropical Agriculture*, 59 (2), 133 – 138.
- LAL, R., DE VLEESCHAUWER, D., MALAFA NAGANJE, R. (1980): Changes in properties of a newly cleared tropical Alfisol as affected by mulching. *Soil Science Society Am J*. 44: 827-833.
- OLDEMAN, L.R. (Ed.) (1988): *Guidelines for General Assessment of the Status of Human- Induced Soil Degradation*. ISRIC Working Paper and Preprint 88/4.
- ORTIZ SOLORIO C. A., CUANALO DE LA CERDA, H.E. (1984): *Metodología del Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- ORTIZ, S. C.A. (1999): *Metodología del Levantamiento Fisiográfico: Un Sistema de Clasificación de Tierras*. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- UAT/CNA (2000): *Plan de Conservación de Suelo Y Agua para la Zona de Temporal del Norte de Tamaulipas*, Cd. Victoria, Tamaulipas.
- VAN LYNDEN, G.W.J., OLDEMAN, L.R. (1997): *The Assessment of the Human – Induced Soil Degradation in South and Southeast Asia*. International Soil Reference and Information Centre. Wageningen. 41 pp.