

Estado actual de erosión hídrica en la cuenca del río Motatán Sector Monay – Torococo – Mitón¹

The actual water erosion in the Motatán river basing.
Monay-Torococo-Mitón area

J. Díaz², G. Royero³ y G. Materano²

Resumen

Se realizó un levantamiento con fines de erosión siguiendo la metodología propuesta por Materano (1981) en un sector (22.600 ha) de la cuenca del río Motatán, estado Trujillo, Venezuela. Se analizaron imágenes aerofotográficas a escala 1:25.000 y se realizó la interpretación de los cambios de tonos y densidad de drenaje, a fin de clasificar el área de estudio de acuerdo al tipo y grado de erosión hídrica presente. Posteriormente se confirmó esa información con los respectivos chequeos de campo y finalmente se generó el mapa de erosión actual, a una escala de 1:50.000. Los resultados reflejan la importancia del trabajo en lo que respecta a las medidas o acciones preventivas y correctivas a tomar en la solución de problemas de erosión lo cual constituye una valiosa herramienta útil en la planificación y conservación de los recursos naturales renovables.

Palabras clave: erosión hídrica, cuenca, imágenes aerofotográficas, mapas, conservación

Abstract

According to Materano methodology (1981) An erosional survey, was carried out in an area of Motatán river basing (22.600 ha), Trujillo state, Venezuela. An aerophotographic interpretation, at scale 1:25.000 was done. Drainage patterns, drainage density and color tones were used as elements of interpretations. The type and degree of soil erosion was surveyed and mapped at scale 1:50 000. The results of this survey can be used as base for soil erosional management, conservation soil planning of natural resources.

Key word: water erosion, basing, aerophotograph, mapping, conservation.

Recibido el 23-04-1999 ● Aceptado el 29-07-1999

1. Proyecto financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES).

2. Profesor Escuela de Agronomía, Facultad de Agronomía, LUZ. Maracaibo, Venezuela.

3. Profesor Escuela de Ingeniería Geodésica. Facultad de Ingeniería, LUZ. Maracaibo, Venezuela.

Introducción

En la actualidad el hombre se ha percatado que los suelos productivos representan un recurso limitado e irremplazable y que por lo tanto debe administrarlo y protegerlo con sumo cuidado. El suelo es y seguirá siendo la base de la producción alimentaria para la humanidad, por lo que resulta preocupante que se dejen de cultivar anualmente millares de hectáreas debido a la degradación de este valioso recurso natural (4). En los países tropicales, la pérdida de suelo por erosión hídrica resulta cada vez más acentuada al punto de llevar al suelo a un grado de degradación de difícil recuperación. Esta situación se favorece principalmente por el material geológico, el relieve, las características de los suelos, el régimen de precipitación y las prácticas agrícolas aplicadas. Estudios realizados en esta zona señalan que la tasa natural de formación de suelos es muy inferior a las pérdidas de suelos (7).

La cuenca del río Motatán, tiene

un área aproximada de 4.454 Km² hasta la estación hidrométrica de Agua Viva ubicada en el cruce del río Motatán con la carretera Panamericana. El área de estudio corresponde a los sectores Monay-Torococo-Mitón; con una superficie de 22.600 ha ubicada en el Estado Trujillo, presenta una variedad de condiciones edafológicas, geológicas y topográficas, con características de sistemas agroecológicos asociados. Dadas las fuertes pendientes y la intervención antrópica que caracteriza la Región Andina, los principales problemas de degradación se asocian con los procesos de erosión hídrica. El presente trabajo trata de solventar en parte la deficiencia de información básica existente en el país relacionada con el estado actual de erosión hídrica, para establecer áreas críticas sobre las cuales es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos y aguas, y a la vez probar la metodología propuesta.

Materiales y métodos

Material cartográfico. Se utilizaron los siguientes materiales:

Fotografías aéreas pancromáticas de la Misión 010323 a escala 1:25.000.

Mapa Geológico de la Región Carache - Los Humocaros a escala 1:50.000. (3).

Mapa de Vegetación a escala 1:100.000. (1).

Mapa de erosión a escala 1:100.000. (6).

Mapas Cartográficos a escala 1:25.000 de la Dirección de Cartografía

Nacional.

Características generales del área de estudio. El área está ubicada en el estado Trujillo, específicamente en el sector Monay-Torococo-Mitón, enmarcados en la subcuenca media y baja del río Motatán, abarca una superficie de 22.600 ha.

Se encuentra enmarcada en la Región Andina, la cual está constituida por rocas que van desde el precámbrico hasta el cuaternario, (3) estas rocas, debido a las condiciones climáticas

presentan una meteorización avanzada hasta profundidades considerables que condicionan en gran parte el modelado abrupto del área. En la zona se han presentado procesos de fallamientos, que han dado origen a las fallas geológicas del Motatán, el Zamuro, Trujillo y corrimiento de las Virtudes (3). Las vertientes, se caracterizan en la mayoría de los casos, por presentar fuertes pendientes, alto grado de fracturamiento de rocas y escasa cobertura; principalmente las vertientes expuestas a la posición de solana y acciones antrópicas indiscriminadas conformando un cuadro morfogénético inestable con procesos erosivos continuos que cada día afectan las vertientes. Los suelos presentan una variabilidad como consecuencia de los bruscos cambios de altitud, precipitación, topografía y el material parental. Los órdenes de suelos predominantes en el área de estudio corresponden a los Ultisoles, Entisoles, Inceptisoles y Alfisoles, encontrándose horizontes argílicos bien desarrollados. El clima está fuertemente condicionado por el relieve que define el régimen térmico y por vientos que definen el régimen de precipitaciones; de esta manera en el área de estudio se originan dos pisos climáticos, el tropical cálido ubicado entre 0-800 msnm y con temperatura media anual de 25°C y el subtropical cálido ubicado entre los 800-1.600 msnm, con temperatura anual de 20°C. El promedio de precipitaciones anuales va de 1.070 mm en la zona baja y 1.640 mm en la zona alta con régimen de distribución bimodal, La evaporación presenta sus mayores valores en el período seco

(mayo-agosto), para un valor medio anual de 1.314 mm. en la zona alta y de 2.026 mm. en la zona baja.

Determinación del estado actual de erosión hídrica. Para este fin se utilizó la metodología propuesta por Materano (2), que en forma resumida se señala a continuación.

Primera fase. En primer lugar se realizó la recaudación, análisis y selección del material cartográfico y aerocartográfico existente en el área de estudio.

Segunda fase. a) Se procedió a la interpretación del área total en los modelos estereoscópicos. Las unidades establecidas se delinearon sistemáticamente hasta donde fue posible en las fotografías aéreas en función de la geología, tipo de paisaje existente en la zona de estudio y dependiendo de los sistemas de relieve, formas de relieve y unidades de relieve. De esta manera se generó un mapa fisiográfico preliminar a escala 1:25.000 y fue corregido con ayuda de los chequeos de campo. Este mapa sirvió de base para la elaboración del mapa definitivo del estado actual de la erosión hídrica en la zona de estudio. b) Con la ayuda de las fotografías aéreas y las hojas 6144 IVT E, 6144 IVSE, 6144 IVNO, 6144 IVBO a escala 1:25.000, publicadas por la Dirección de Cartografía Nacional, se elaboró un mapa de los patrones de drenaje de la zona y utilizando las curvas de nivel, se elaboró un mapa de pendiente a esa misma escala. Los rangos de pendientes utilizados en esta investigación así como la clasificación respectiva, se basan en lo señalado en el manual de levantamiento de suelos (5) de USDA (cuadro 1), según recomienda la

metodología. (2). c) Con ayuda de los mapas de suelo existentes y la clasificación a nivel de campo y laboratorio, se agruparon los suelos a nivel de orden, suborden y grandes grupos, utilizando la Taxonomía Norteamericana, recomendada por la metodología, lo que permitió la caracterización de los perfiles de suelo, el establecimiento de perfiles típicos y su correlación con el grado de intervención antrópica. d) Se elaboró un mapa de cobertura vegetal a escala 1:100.000 basado en los estudios compilados en el mapa de cobertura vegetal para la cuenca del río Motatán a escala 1:100.000 (1) y complementado por la interpretación de las fotografías aéreas y observaciones de campo. e) Se establecieron patrones de erosión tomando en cuenta los cambios fisiográficos, los cambios de tono en las fotografías y su correlación con los procesos erosivos existentes, así como con la pérdida de suelos por deslizamientos en masa. f) Sobre cada unidad establecida por fotointerpretación se hizo una evaluación de las clases y grados de erosión presente, utilizando los elementos altamente visibles en la fotointerpretación (tonos y patrones de erosión); se separaron áreas afectadas por erosión laminar y afectadas por erosión en cárcava o áreas donde ambos tipos de erosión estaban presentes y que no hubo manera de separarlas debido a las limitantes de la escala, de esta manera se determinó la clase o tipo de erosión presente.

Para el establecimiento del grado de erosión laminar, se utilizó el porcentaje del área afectada. A través de cambios de tonos, texturas y moteados en la fotografía aérea y con

ayuda de los chequeos de campo, se estableció una correlación entre estos elementos de la fotointerpretación y la presencia de erosión laminar en campo. Establecida esta correlación, se seleccionaron fotos claves por formación geológica y unidad de paisaje que permitieron la extrapolación de la información obtenida en el área muestra al resto de la zona de estudio. (cuadro 2).

Para el establecimiento del grado de erosión por surco, se utilizó en el porcentaje de área afectada dentro de la unidad establecida, considerándose como erosión débil, moderada, severa, cuando menos del 25%, del 25 al 75% y más del 75% del área mapeada estuvo afectada por erosión en surcos. (cuadro 2).

Para el establecimiento de diferentes grados de erosión por cárcavas, se utilizó el criterio del número de cárcavas de 100 m de largo/ha, dependiendo de la profundidad de ésta. (cuadro 2).

Trabajo de campo (tercera fase). Se establecieron las áreas muestras y se correlacionó la erosión hídrica del suelo con la fotointerpretación, utilizando parámetros como la profundidad del horizonte superficial relativo y la cantidad y magnitud de los surcos y/o cárcavas por unidad de superficie.

Finalmente, se trasladó la información a sus respectivos mapas donde se presentan las unidades predominantes, las clases y grados de erosión y símbolos diversos que permiten comprender el estado de erosión hídrica actual del área de estudio respectiva.

Resultados y discusión

Distribución de la topografía. Según el mapa de pendientes resultante y el cuadro 1, se observa:

Las pendientes planas o casi planas (0-3%) ocupan una superficie de 5.569,38 ha, lo que representa un 24,64% del área de estudio, estas pendientes dominan los llanos de Monay ubicado en la parte norte y terrenos adyacentes a la margen derecha del río Monaquito en su parte baja.

Las pendientes débilmente inclinadas (3-8%), se localizan en la parte norte y cubren una superficie de 460 ha, la cual representa sólo un 2,05%.

Las pendientes inclinadas (8-16%) se concentran principalmente en el extremo nororiental del área de estudio y cubren una superficie de 3.757,48 ha, para un 16,63% del área total.

Las pendientes moderadamente escarpadas, (16-30%) cubren una superficie de 8.139,05 ha, lo cual representa un 36% del área de estudio. Estas pendientes se ubican principalmente en la parte central y oriental de la zona de estudio y

representan la mayor superficie de afectación.

Las pendientes escarpadas (30-65%) se ubican en el punto medio, en cuanto a superficie cubierta 4.197,5 ha (18,57%) y se localizan en el extremo suroriental, correspondiéndose con la zona más elevada del área de estudio.

En el caso de pendientes escarpadas (>65%) sólo cubren una superficie de 476,59 ha (2,11%) al igual que las pendientes débilmente inclinadas.

Basado en el mapa de erosión actual resultante y el cuadro 2, se hacen los siguientes señalamientos:

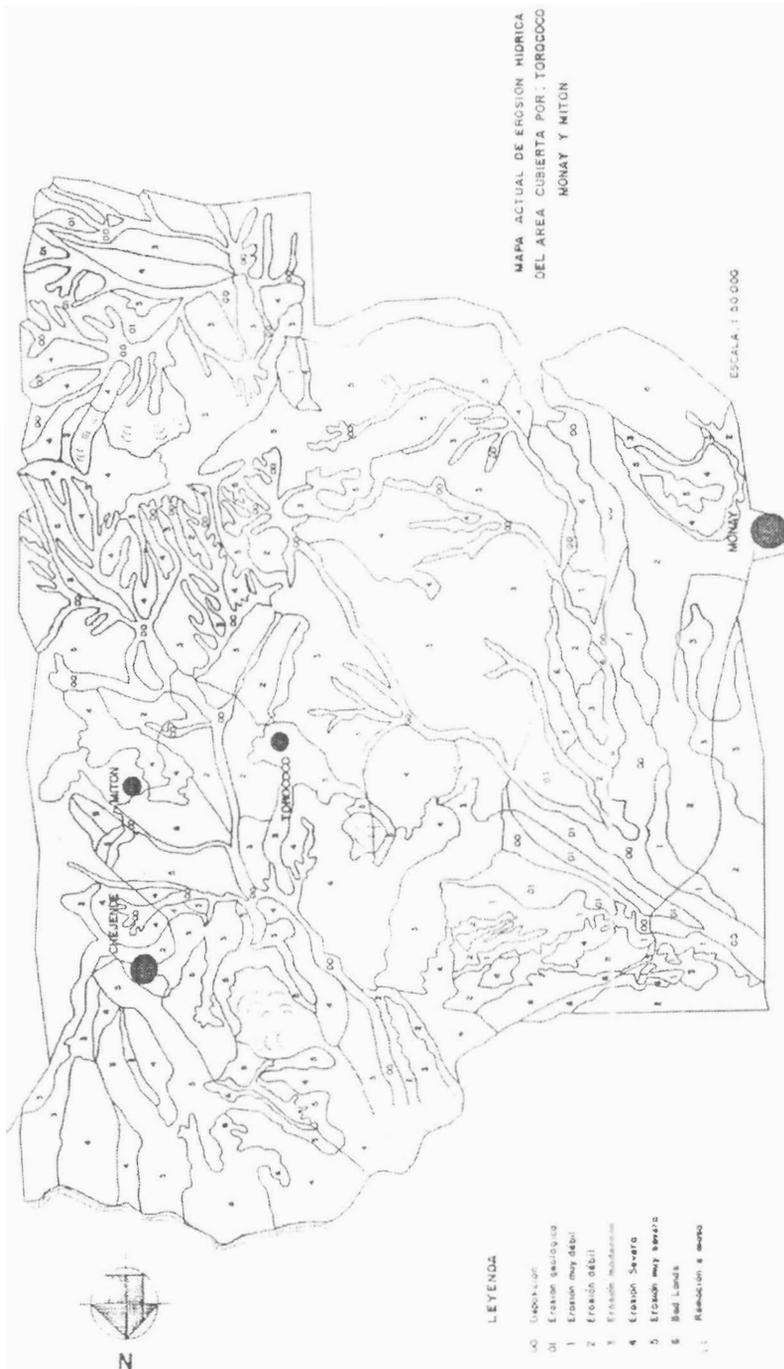
Existen 3083 ha (13,64%) del área afectada por proceso de deposición, ubicados en los márgenes de las quebradas, arroyos y los ríos Carache y Monaquito.

La erosión natural ocupa una superficie de 763,3 ha (3,38%) ubicada en la zona correspondientes a las pendientes planas o casi planas (llanos de Monay y zonas de piedemonte) como era de esperarse.

Existen 692,5 ha (3,06%) afectadas por erosión muy débil localizada en zonas de pendientes

Cuadro 1. Rangos, categorías y superficies del mapa de pendientes.

Rango %	Clasificación	Superficie (ha)	%
0-3	Plana a casi plana	5.569,38	24,64
3-8	Débilmente inclinada	460,00	2,05
8-16	Inclinada	3.757,48	16,63
16-30	Moderadamente escarpada	8.139,05	36,00
30-65	Escarpada	4.197,5	18,57
> 65	Muy escarpada	476,59	2,11



Cuadro 2. Leyenda del mapa de clase y grados de erosión hídrica.

Unidad	Grado	Clase de erosión	Descripción	Area (ha)	%
00	No	No	Deposición	3.083,00	13,64
01	No	No	Erosión geológica	763,30	3,38
1	Erosión muy débil	Laminar débil o surco débil o ambos	Menos del 25% del área afectada por erosión laminar, surco o ambas	692,50	3,06
2	Erosión débil	Laminar moderada o surcos moderadas o cárcava débil	25-75% del área afectada por erosión laminar, surco o ambas; menos de 3 cárcavas por ha de 1 a 3m de profundidad y 100m de longitud	2.581,50	11,42
3	Erosión moderada	Laminar severa o surco severo o ambos; débil cárcava+moderada laminar y surcos	Más del 75% del área afectada por erosión laminar, por surco o ambas; menos de 3 cárcavas/ha. de 1 a 3m de profundidad y 100m de longitud + del 25 a 75% del área afectada por erosión laminar y surco	5.597,10	24,76
4	Erosión severa	Cárcava moderada, laminar y surcos severa con erosión débil por cárcavas	De 4 a 7 cárcavas/ha de 1 a 3m de prof. o 1 a 2 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. y 100m de longitud. Más del 75% del área afectada por erosión laminar, surco o ambas + menos de 3 cárcavas/ha de 1 a 3m de prof. y 100m de longitud	4.341,10	19,21

Cuadro 2. Leyenda del mapa de clase y grados de erosión hídrica. (Continuación).

Unidad	Grado	Clase de erosión	Descripción	Area (ha)	%
5	Erosión muy severa	Cárcava severa; laminar o surcos severa+cárcavas moderada	De 8 a 10 cárcavas/ha de 1 a 3m de prof. ó 3 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. ó 3 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. ó 3 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. de 5 a 10m de prof. y de 100m de longitud. Mas del 75% del área afectada por erosión laminar, surco o ambas + de 4 a 7 cárcavas/ha de 1 a 3m de prof. ó 1 a 2 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. y 100m de longitud.	3.546,00	15,70
6	Badlands	Erosión muy severa y continua sobre ciertas áreas	Más de 10 cárcavas/ha de 1 a 3m de prof. más de 3 cárcavas/ha de 3 a 5m de prof. mas de 1 cárcava/ha de 5 a 10m de prof. y 100m de longitud.	1.587,70	7,03
	Kemocion en masa	Deslizamientos, solifluxion y coladas de barro.		507,80	2,25

planas a casi planas y débilmente inclinadas.

La erosión débil se encuentra distribuida en toda el área de trabajo y ocupa una extensión de 2.581,5 ha (11,42%).

La erosión moderada representa la mayor superficie de afectación 5.587,1 ha (24,76%). Se distribuye en forma generalizada en el área de estudio, sobre diferentes unidades de relieve, donde se destacan las terrazas de erosión.

La erosión severa se distribuye al igual que las moderadas en distintas unidades de relieve y ocupa una superficie de 4.341,1 ha (19,21%) del área de estudio, siguiendo en orden de importancia en cuanto a superficie de afectación a la erosión moderada.

La erosión muy severa ocupa

una superficie de 3.546 ha (15,7%) y se concentra en el extremo suroccidental sobre pendientes pronunciadas e irregulares.

La superficie ocupada por badlands (tierras malas) es de 1587,7 ha (7,03%), representa terrenos que han perdido completamente el suelo donde queda aflorado el material rocoso y se ubica principalmente en vertientes con pendientes muy fuertes.

La pérdida de suelos por movimientos en masa cubren una superficie de 507,8 ha (2,25%), localizada esporádicamente en las formaciones geológicas La Quinta, La Luna, Mucuchachí y Peñas Altas. Está representada principalmente por deslizamientos, soliflucción y coladas de barro.

Conclusiones

En relación a la geología el área de estudio está influenciada por algunos fallamientos, entre ellos la falla de Mitimbis, sinclinal de Chejendé y falla de Trujillo. La influencia tectónica de ésta última se manifiesta claramente en los afloramientos La Quinta, y Mucuchachí (filíticas, conglomerados y arenisca predominante), las cuales se muestran muy desplazadas y meteorizadas favoreciendo los movimientos en masa.

La existencia predominante de patrones de drenaje de tipo paralelo ponen en evidencia el predominio de

fallas y otros fenómenos tectónicos, lo cual favorece los procesos de erosión hídrica.

En relación a la metodología propuesta se concluye que puede ser utilizada para la cartografía de las clases y grados de erosión de una zona. Esta metodología acelera el proceso cartográfico comparado con la metodología convencional haciendo más eficiente y preciso el estudio, pudiéndose aplicar en cuencas y subcuencas limitadas por la escala de la fotografía aérea.

Literatura citada

1. Hermelin, S. 1995. "Estimación de la pérdida de suelo en la cuenca del río Motatán". MARNR, Venezuela.
2. Materano, G. 1981. "Levantamientos con fines de erosión en cuencas hidrográficas". Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
3. Ministerio de Energía y Minas. 1965. "Léxico estratigráfico de Venezuela".
4. Quiñones, E.; R., López. 1997. "Riesgo de degradación de los suelos por erosión hídrica en el estado Mérida, Venezuela". CIDIAT, Mérida. En: XIV Congreso venezolano de la ciencia de suelos, Trujillo, Venezuela.
5. Soil survey staff. 1961. "Soil survey manual and its supplement (1962) USVA handbook No. 18. Washington, D.C.
6. Venezuela, Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1970. "Problemas de erosión con relación al uso y control de los recursos hidráulicos". Publicación No. 22, Caracas, Venezuela.
7. World Bank. 1992. "World development report". Washington, D.C. USA.