

EROSIÓN Y CONSERVACION DE SUELOS EN COSTA RICA. ALGUNOS RESULTADOS DEL TALLER DE EROSION DE SUELOS

Notas y documentos

Wilhelm-Günter Vahrson¹

RESUMEN

En este artículo, se resumen los resultados de las discusiones sostenidas durante el Taller de Erosión de Suelos, celebrado en el mes de julio de 1991 en la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Una gran parte de la discusión se centró en la aplicabilidad de modelos para el análisis de la erosión en condiciones tropicales. En este campo, se debe cambiar de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, que está fuera de su rango de calibración y que produce valores no confiables, a modelos físicos como OPUS, EPIC o con más aplicabilidad, los modelos del WEPP.

Como alternativas para un análisis muy preliminar de la susceptibilidad a la

¹ Proyecto Morfoclimatología Aplicada y Dinámica Exógena, Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional.

EROSION Y CONSERVACION DE SUELOS EN COSTA RICA. ALGUNOS RESULTADOS DEL TALLER DE EROSION DE SUELOS

RESULTADOS DEL TALLER

Wilhelm-Günter Vahrson¹

RESUMEN

En este artículo, se resumen los resultados de las discusiones sostenidas durante el Taller de Erosión de Suelos, celebrado en el mes de julio de 1991 en la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Una gran parte de la discusión se centró en la aplicabilidad de modelos para el análisis de la erosión en condiciones tropicales. En este campo, se debe cambiar de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, que está fuera de su rango de calibración y que produce valores no confiables, a modelos físicos como OPUS, EPIC o con más aplicabilidad, los modelos del WEPP.

Como alternativas para un análisis muy preliminar de la susceptibilidad a la

1. Proyecto Morfoclimatología Aplicada y Dinámica Exógena. Escuela de Ciencias Geográficas. Universidad Nacional.

erosión en regiones con poca información deben analizarse métodos morfométricos y geomorfológicos.

Las coberturas parecen ser la mejor y más barata protección del suelo contra la erosión y daños en el sitio, las supuestas desventajas deben analizarse a más detalle.

Deben analizarse y protegerse los caminos y carreteras en una manera más amplia, porque son muchas veces las fuentes principales de la escorrentía superficial.

ABSTRACT

Soil erosion and soil conservation in Costa Rica. Some results of a workshop on soil erosion. The results of the discussions of the soil erosion workshop, which was held in July 1991 in the Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica are documented.

Many of the discussions focussed on the applicability of soil erosion models under tropical conditions. We concluded that the Universal Soil Loss Equation has to be replaced by physical and process oriented models, because it is out of its range of calibration and because it produces high overestimations of the soil loss. As possible physical models, OPUS and EPIC were mentioned, but emphasis was made on the more applied models of the WEPP family.

The plant cover of the soil seems to be the most indicated measure of soil conservation because it is cheap and avoids the on site damages. The possible disadvantages of it have to be investigated.

The role of paved roads and agricultural unpaved roads has to be taken more into account, because there, the highest rates of surface run off can be observed.

INTRODUCCION

La erosión y la conservación de suelos son temas de gran importancia para los países en desarrollo con economías basadas normalmente en el sector agrícola. Los daños y pérdidas por erosión son múltiples, y pueden diferenciarse en daños en el sitio y daños fuera del sitio. Los daños más comunes en el sitio son:

- Pérdida de nutrientes y mayor necesidad de fertilizantes.
- Pérdida del suelo, reducción y pérdida del horizonte «A» con su alto contenido de material orgánico.
- Reducción del rendimiento de los cultivos a corto y a largo plazo.

- Pérdida del potencial agrícola y productivo de terrenos aislados hasta zonas enteras, muchas veces con el resultado de emigración de la población.

Como daños fuera del sitio pueden mencionarse:

- Daños en la infraestructura, por ejemplo en represas hidroeléctricas, carreteras, sistemas de drenaje, etc.
- Daños ecológicos por ejemplo en ríos, lagos y el litoral por el aumento de la concentración de los sólidos en suspensión de nutrientes y plaguicidas.
- Mayores problemas de inundaciones en las llanuras.

Para conocer y analizar el estado en cuanto erosión y conservación de suelos y para discutir los esfuerzos en este campo en Costa Rica, se celebró los días 22, 23 y 24 de julio en las instalaciones de la Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica, el primer Taller de Erosión de Suelos, organizado por el proyecto Morfología Aplicada y Dinámica Exógena de la Escuela de Ciencias Geográficas. Dicho evento fue patrocinado por la FAO, el PRODAF y el IPGH y contó con la participación activa de más de 75 representantes de 21 organizaciones estatales, autónomas y privadas involucradas en este tema. Las siguientes páginas no pretende resumir todos los trabajos del taller, sino están enfocadas hacia los resultados de las discusiones y conclusiones y recomendaciones prácticas. La memoria del taller con todas las ponencias está a la venta en la Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional.

RESULTADOS DEL TALLER

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

Uno de los puntos más discutidos fue la aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (EUPS) en un ambiente tropical. Varias ponencias del taller presentaban y analizaban esta metodología o métodos derivados (Alfaro y Palacios 1991, Bolaños y Fallas 1991, Dercksen 1991) o se basaban en resultados obtenidos con la EUPS (Echeverría 1991).

Como virtudes de la EUPS puede mencionarse, que necesita pocos datos que son normalmente disponibles y que produce una información reproducible.

Mientras las desventajas de la EUPS son numerosas:

- Sólo calcula promedios anuales a largo plazo de la pérdida de suelo.
- No determina la pérdida de suelo provocada por eventos aislados, ni la escorrentía superficial o pérdida de nutrientes.

- Es un modelo de la dimensión «0», o sea, un solo punto representa toda la pendiente, no puede tomar en consideración cambios del cultivo, de la forma de la pendiente, del suelo, etc., que pueden observarse normalmente en una toposecuencia.
- Pretende analizar solamente la erosión del suelo, dejando afuera un área supuestamente sin erosión (belt of no erosion) y no tomando en consideración la sedimentación en zonas más planas.
- Es un modelo estadístico (regresión múltiple) calibrado en las condiciones de los EE.UU., con una dominancia clara del medio oeste de los Estados Unidos. Entonces está calibrado en condiciones totalmente diferentes a las de países tropicales. No analiza los procesos físicos sino trabaja como «caja negra» (black box).
- Los diferentes factores de la ecuación están calibrados en conjunto y están interactuando. Así no permiten la recalibración de uno de los factores en manera aislada.
- Los factores de la ecuación encontrados en el trópico están muchas veces fuera del rango de la calibración de la ecuación.
- No sirve para el análisis de los efectos de obras de conservación.
- Sobreestima por órdenes de magnitud la erosión (en las condiciones de Costa Rica).
- Sólo analiza la erosión laminar y en pequeños surcos, no sirve para el análisis de la erosión concentrada.

Como resumen puede decirse que la EUPS *a veces puede* servir para determinar en forma cualitativa y aproximada áreas críticas, pero que una cuantificación de las pérdidas por erosión no es posible en el ambiente del trópico por estar totalmente fuera del ámbito de la calibración. Incluso en el área de calibración, en los EE. UU. la EUPS ya no satisface las necesidades, por lo tanto el mismo Servicio de Conservación de Suelos de los EE.UU. está desarrollando dentro del proyecto WEPP (Water Erosion Predicting Project) modelos físicos para el análisis de la erosión y aplicaciones prácticas.

Los intentos de adaptar y mejorar en forma aislada los factores de la EUPS no son válidos estadísticamente, porque no se puede cambiar una ecuación que está basada en una regresión múltiple, sin una recalibración entera.

Parámetros morfométricos

El intento de una zonificación preliminar del problema de erosión en áreas

grandes basadas en la combinación de parámetros morfométricos, geológicos y geomorfológicos presentan dos estudios (Hernández 1991, Mora 1991), cuyos resultados enfocan en primer lugar la erosión geológica.

Esta metodología tiene la gran ventaja que la información necesaria puede extraerse de los mapas topográficos y fotos aéreas existentes, y que se puede cubrir grandes áreas. Al mismo tiempo, por razones de escala no toma en consideración los cambios edáficos y climáticos a muy poca distancia (Mata 1991, Vahrson 1991) y no permite ninguna cuantificación de los procesos actuales. Puede servir para un análisis preliminar de áreas con poca información y para el análisis cualitativo de la susceptibilidad a la erosión de una zona.

Modelos físicos

Existen varios modelos físicos para el análisis de la erosión, la escorrentía superficial y para la pérdida de nutrientes. Estos modelos están en realidad simulando ya procesos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos complejos en una (perfil), dos (toposecuencia) o tres (área de captación entera) dimensiones.

Entre estos modelos deben mencionarse el CREAMS (Knisel 1980), y el EPIC con altas necesidades en cuanto a la información.

El modelo tal vez más avanzado actualmente es el OPUS (Smith 1988), que posee una estructura interactiva y calcula la escorrentía superficial; la infiltración; el flujo de agua en la zona de las raíces; en drenaje; la fusión de nieve; la evapotranspiración; la dinámica de nutrientes en el suelo (N, P, C); el transporte de pesticidas en el suelo; la erosión, el transporte y la sedimentación de suelo, nutrientes y pesticidas; la formación de cortezas; la descomposición de residuos y el crecimiento del cultivo.

En cuanto a la información requerida es más un modelo para fines de investigación y menos para aplicaciones prácticas.

Para fines más prácticos y una aplicación más amplia el USDA está actualmente desarrollando en el proyecto de predicción de erosión hídrica (Water Erosion Prediction Project, WEPP) una generación de modelos físicos, que incluso en los EE.UU. tienen que reemplazar la EUPS. (Foster y Lane 1987). De estos modelos está en este momento disponible la versión 91.2 (marzo 1991, 2 dimensiones) para toposecuencias (hillslope profile version).

Los modelos del WEPP son modelos físicos, que analizan toposecuencias, tomando en consideración cambios de la pendiente, suelo, cultivo, manejo, etc.; efectos en el sitio y fuera del sitio; efectos de obras de conservación; escorrentía superficial, erosión y sedimentación. En estos modelos, pueden adaptarse los diferentes componentes del modelo a ambientes diferentes a los EE.UU. El transporte

de nutrientes y pesticidas no está tomado en consideración; en cuanto al clima, trabaja con un generador del clima adaptado a las condiciones de los EE.UU., dejando afuera eventos muy extremos y todavía no existen los parámetros de los cultivos y su manejo para la agricultura del trópico.

De estas desventajas, las que se refieren al clima y a los cultivos y su manejo requiere todavía de una investigación exhaustiva para su adaptación. El primer paso para eso debe ser la medición de la escorrentía y de la erosión bajo diferentes condiciones en el campo.

La medición de la escorrentía superficial y de la erosión por medio de parcelas

Aunque los valores obtenidos en las parcelas sólo representan la erosión de las mismas parcelas, o sea, que no son transferibles a otras zonas por cambios de las condiciones (suelo, manejo, uso, pendiente, etc.), estas parcelas son una de las pocas posibilidades para analizar y cuantificar directamente en el campo los procesos, las pérdidas, y pueden servir para la adaptación y validación de los modelos físicos. Varios autores estaban analizando la escorrentía superficial, la erosión y la pérdida de nutrientes por medio de parcelas (Cervantes y Vahrson 1991, Forsythe 1991, Sancho 1991, Vahrson y Cervantes 1991).

Los resultados en cuanto a pérdida de suelos en las parcelas están por orden de magnitud inferior que los resultados obtenidos con la EUPS, indicando de nuevo los problemas con este modelo. Al mismo tiempo, los valores de la escorrentía también estaban relativamente bajos, indicando así que muchas veces el problema de la escorrentía no es tanto un problema de los cultivos y su manejo, sino más de la infraestructura como caminos, trechos, etc.

Obras de Conservación

Las obras físicas de conservación están muchas veces diseñadas para períodos de retorno de sólo 10 años (Vahrson 1991), mientras los análisis históricos de la erosión (Bork 1991 b) muestran claramente la importancia de eventos extremos y muy extremos con períodos de retorno muy superiores a los 10 años. En estos eventos, teóricamente la capacidad de estas obras es sobrepasada y las obras en estas situaciones de lluvias muy severas más bien sirven para concentrar las aguas y causar pérdidas eventualmente mayores por el flujo concentrado.

Otra dificultad de las obras físicas es la necesidad de una inversión muy alta que aparentemente sólo puede financiarse con fondos externos adicionales o con un sistema de créditos blandos (Fernández 1991).

Una solución a este problema podría ser una cobertura vegetal completa del suelo en el suelo mismo, que además de mejorar las condiciones edáficas resulta más

barata. Existen algunos sistemas tradicionales que trabajan con coberturas completas, como el sistema de la siembra tapada (frijol tapado) o de cero labranza que mantiene una cobertura adecuada del suelo. Además, las fuentes históricas indican claramente que durante eventos, muy extremos los sitios con una cobertura completa muestran los menores problemas de erosión.

Como ventajas de las coberturas puede decirse que son una medida poco costosa, mejoran las características físicas del suelo, evitan la formación de corteza, pueden aumentar el contenido de material orgánica y de nutrientes (Leguminosa - Nitrógeno) y evitan o por lo menos reducen la erosión directamente en el sitio.

Algunas supuestas desventajas de las coberturas son una eventual competencia con los cultivos por nutrientes, agua y luz, que pueden disturbar el manejo del cultivo y la cosecha, que presentan necesariamente, si se escogen coberturas que no compiten con los cultivos, e investiga si realmente causan una mayor incidencia de enfermedades.

Los problemas de la cosecha muchas veces no se dan en un grado importante: por ejemplo en el caso del café, uno de los clásicos cultivos en limpio, la práctica de recoger el café del suelo se vuelve con los mayores precios de la mano de obra y los precios bajos del café cada vez menos rentables (además, esta práctica está prohibida). Entonces, una cobertura baja no disturba la cosecha.

El problema mayor es aparentemente que por razones estéticas, culturales, etc. los agricultores (y extensionistas) prefieren un cultivo «limpio».

Caminos y carreteras

Un aspecto importante en cuanto a la escorrentía superficial y la erosión es el papel que juegan las carreteras pavimentadas, no pavimentadas y los caminos agrícolas: aquí, por la pavimentación y por la compactación del suelo se produce rápidamente una tasa de escorrentía superficial importante, que normalmente supera la tasa observada en los cultivos. Esta escorrentía superficial, mal manejada muchas veces, puede causar rápidamente una erosión concentrada y la formación de cárcavas. Se debe buscar formas adecuadas de manejar este problema, no sólo en las carreteras principales, sino también en los caminos dentro de las fincas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- No se debe seguir con la aplicación de la EUPS en condiciones tropicales.
- Para reemplazar la EUPS, deben investigarse los modelos físicos como OPUS y EPIC, pero en primer lugar los modelos del WEPP para poder adaptarlos en forma rápida a las condiciones diferentes en el trópico. Esto debe ser un foco

de las investigaciones futuras en el campo de la erosión y conservación de suelos.

- Las mediciones en parcelas de escorrentía y erosión son vitales para conocer tasas reales de erosión y pérdida de suelos, y para la adaptación de modelos. Estas mediciones deben enfocarse de una vez hacia la adaptación y validación de los modelos mencionados.
- La mejor protección del suelo es una cobertura completa del mismo. Se debe investigar coberturas en primer lugar en los cultivos en limpio.
- Se debe profundizar más el análisis de los problemas causados por las carreteras y por los caminos agrícolas.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. H. R. Bork de la Universidad Técnica de Berlín, Alemania por su participación como expositor principal, a todos los expositores y participantes del taller y al personal de la Escuela de Ciencias Geográficas de la Universidad Nacional, especialmente a los señores Lic. M. Alfaro, R. Méndez, Lic. G. Palacios y Lic. L. Soto por la cooperación en la organización de este taller.

BIBLIOGRAFIA

- Alfaro, M. y G., Palacios 1991: **APLICACION DE LA ECUACION UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO A NIVEL DE UNA MICROCUENCA, EL CASO DE LA QUEBRADA PITAL, PURISCAL.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 144-163.
- Bolaños, A. y J. Fallas 1991: **EVALUACION DEL RIESGO DE EROSION POTENCIAL DE LA CUENCA DEL RIO BLANCO, GUANACASTE, UTILIZANDO IDRISI Y EL SISTEMA IUM.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 85-101.
- Bork, H. R. 1991 a: **SOIL EROSION DURING THE PAST MILLENIUM IN CENTRAL EUROPE AND ITS SIGNIFICANCE WITHIN THE GEOMORPHODYNAMICS OF THE HOLCENE.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed): Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 1-6.
- Bork, H. R. 1991 b: **DOES SOIL FORMATION COMPENSATE SOIL EROSION?** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 7-10.
- Bork, H. R. 1991 c: **THE ESTIMATION OF SOIL EROSION AND DEPOSITION PROCESSES USING SIMULATION MODELS.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 11-27.
- Cervantes, C. y W. G. Vahrson 1991: **CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS Y PERDIDAS DE NUTRIENTES EN CERBATANA DE PURISCAL, COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 131-143.
- Dercksen, P. 1991: **A SOIL EROSION MAPPING EXERCISE IN COSTA RICA: PURPOSES, METHODOLOGY AND RESULTS.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 164-170.
- Echeverría, J. 1991: **IMPLICACIONES ECONOMICAS DE LA EROSION EN COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 230 - 236.
- Fernández, F. 1991: **EXPERIENCIA DESARROLLADA EN CONSERVACION Y MEJORAMIENTO DE SUELOS EN LA REGION DE PURISCAL.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 180-186.
- Forsythe, W. M. 1991: **ALGUNAS PRACTICAS CULTURALES Y LA EROSION EN COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 171-179.
- Foster, G. R. y Lane, L. J. 1987: **USER REQUIREMENTS. WATER EROSION PREDICTION PROJECT (WEPP).** Draft 6.3. NSLR Report No. 1. USDA Agricultural Research Service, W. Lafayette, Indiana: 43 pp.
- Hernández, G. 1991: **METODOS MORFOMETRICOS EN LA IDENTIFICACION DE AREAS**

- CRITICAS EN PROCESOS EROSIVOS.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 48-67.
- Knisel, W. G. (ed) 1980: **CREAMS - A FIELD SCALE MODEL FOR CHEMICALS, RUN OFF AND EROSION FROM AGRICULTURAL MANAGEMENT SYSTEMS.** Conservation research report 26, Washington D. C. 640 pp.
- Mata, R. 1991: **LOS ORDENES DE SUELOS EN COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 28-32.
- Mora, S. 1991: **ANALISIS DE LA SUSCEPTIBILIDAD GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO A LA EROSION DE LA CUENCA DEL RIO REVENTAZON, COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 68-84.
- Sancho, F. 1991: **MEDICION DE PERDIDA DE SUELO A TRAVES DEL EMPLEO DE PARCELAS DE ESCURRIMIENTO.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 102 - 115.
- Smith, R.E. 1988: **OPUS - AN ADVANCED SIMULATION MODEL FOR NON POINT SOURCE POLLUTION TRANSPORT AT FIELD SCALE.** Ft. Collins, CO (USDA-Agricultural Research Service). Mimeografía.
- Vahrson, W. G.: **ASPECTOS CLIMATICOS DE LA EROSION HIDRICA EN COSTA RICA, AMERICA CENTRAL.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 33-47.
- Vahrson, W. G. y C. Cervantes 1991: **ESCORRENTIA SUPERFICIAL Y EROSION LAMINAR EN PURISCAL, COSTA RICA.** En: Vahrson, W. G.; Alfaro, M. y G. Palacios (ed) 1991: Memoria del Taller de Erosión de Suelos. Heredia, Costa Rica: pp. 116-130.