

# ***Resistencia a la erosión del suelo por flujo concentrado. Caso: Cuenca del río Chirgua-Venezuela.***

## ***Tema B (Hidrología y Gestión del Agua)***

*Adriana Márquez, Edilberto Guevara*

*Centro de Investigaciones Hidrológicas y Ambientales. Universidad de Carabobo*

[ammarquez@uc.edu.ve](mailto:ammarquez@uc.edu.ve), [eguevara@uc.edu.ve](mailto:eguevara@uc.edu.ve)

### **Introducción**

El creciente interés en la erosión por flujo concentrado (erosión en surcos) en las últimas tres décadas se refleja en los numerosos intentos por incorporar la erosión por flujo concentrado en los modelos de erosión hídrica basados en procesos, entre los que se encuentran CREAMS (Knisel, 1980), WEPP (Nearing et al., 1989), SHESED (Wicks et al., 1996), EUROSEM (Morgan et al., 1998), DWEPP (Bulygina et al., 2006), en los cuales la erodabilidad y el esfuerzo cortante crítico del suelo son valores determinados empíricamente debido a la limitación en los métodos experimentales. Mediante el uso de estos modelos se puede simular la distribución espacial y temporal de la erosión del suelo, sin embargo la cuantificación de los parámetros erodabilidad y esfuerzo cortante crítico, ha sido una limitante para las mejoras de los mismos.

La erodabilidad del suelo  $K_c$  y el esfuerzo cortante crítico  $\tau_c$ , como índices de propiedades del suelo, son dos de los parámetros más importantes en los modelos basados en procesos tales como WEPP, CREAMS, SHESED, entre otros. Para estimar los valores de  $K_c$  y  $\tau_c$  es importante mejorar la estimación de la erosión del suelo mediante los modelos basados en procesos. En este artículo se presentan los resultados de la calibración de la relación  $D_c-\tau$ , empleando cuatro tipos de modelos de erosión por flujo concentrado: (1) lineal basado en el esfuerzo cortante excedente, (2) de potencia basado en el esfuerzo cortante excedente, (3) de potencia sin el esfuerzo cortante crítico y (4) de potencia constante sin el esfuerzo cortante crítico; empleando las mediciones realizadas en surcos irrigados en parcelas ubicadas en un campo agrícola sobre la cuenca del río Chirgua en Venezuela; los objetivos de este estudio son: (1) estimar la erodabilidad del suelo y el esfuerzo cortante crítico mediante el ajuste de las ecuaciones lineales y de potencia para la relación  $D_c-\tau$  y (2) comparar los parámetros de los modelos basados en la relación  $D_c-\tau$ .

### **Materiales y Métodos**

El estudio se llevó a cabo en parcelas sobre un campo agrícola en la cuenca del río Chirgua, ubicada en la región centro-norte de Venezuela. Tradicionalmente se emplean dos tipos de cultivo que varían según las estaciones: seca (papa: *Solanum Tuberosum*) y lluviosa (maíz: *Zea Mays*). La superficie irrigada varía entre 800 y 1200 has/año. La textura del suelo varía entre una arena limosa y una arcilla limosa. Las pruebas se realizaron durante dos ciclos de siembra entre 2008-2009. Cada ciclo dura 12 semanas. Cinco parcelas fueron seleccionadas con las siguientes pendientes (en dirección de la labranza):  $0,008 \pm 0,0055 \text{ m m}^{-1}$ ;  $0,01 \pm 0,00197 \text{ m m}^{-1}$ ;  $0,015 \pm 0,0006 \text{ m m}^{-1}$ ;  $0,025 \pm 0,0033 \text{ m m}^{-1}$  y  $0,13 \pm 0,0156 \text{ m m}^{-1}$ . Los surcos miden entre 100-200 m de longitud y 0,3-0,35 m de ancho. El caudal de aplicación por surco mediante el riego por aspersión varía entre 12-18 l min<sup>-1</sup>.

### **Resultados**

En general, en cuanto a  $K_c$  se encontró que no existen diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95% entre los valores para las pendientes bajas (0,8 a 2,5%). El promedio es igual  $1,067 \text{ E-06}$  y la desviación estándar es igual a  $1,17 \text{ E-06}$ ; mientras que para la pendiente del 13% existe una diferencia significativa en relación a los valores para las pendientes bajas. El promedio es igual  $6,8 \text{ E-05}$  y la desviación estándar es igual a  $1,07 \text{ E-04}$ . Con respecto a  $\tau_c$ , los valores varían significativamente. Para las pendientes bajas todos los valores son positivos; mientras que para la pendiente del 13%, los valores próximos al límite inferior del intervalo son negativos, sin embargo el límite superior es positivo, por lo que incluso el cero es un valor que puede ser asignado al parámetro. En cuanto al exponente b, en los modelos (8) y (9) puede ser tomado como la unidad en el caso de las pendientes de 0,8 y 13%; en el resto de las pendientes, es mayor a la unidad.

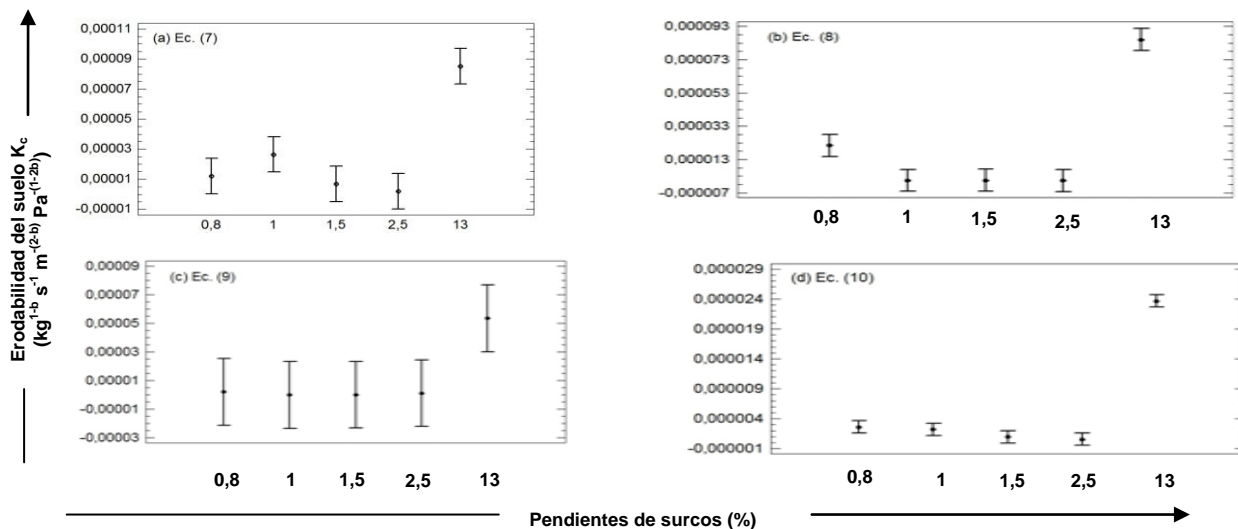


Figura 1. Factor de Erodabilidad del suelo ( $K_c$ ) para modelos ajustados  $D_c\text{-}\tau$  en diversas pendientes de surcos

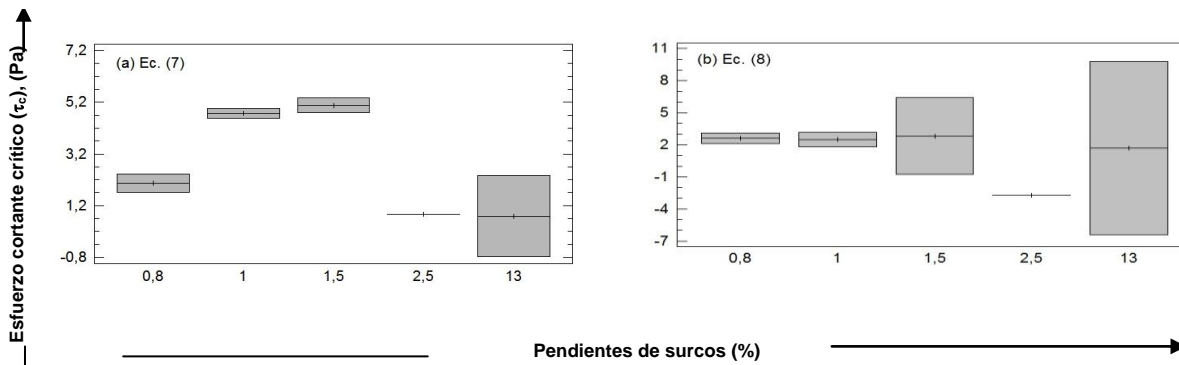


Figura 2. Esfuerzo cortante crítico ( $\tau_c$ ) para modelos ajustados  $D_c\text{-}\tau$  en diversas pendientes de surco

### Conclusiones y recomendaciones

Sobre la base de los resultados obtenidos en la presente investigación, se extraen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- $K_c$  no varía significativamente, dentro de las pendientes bajas y alta para los diferentes tipos de modelo; aunque sí varía significativamente entre los grupos mencionados antes. El incremento de la pendiente causa el aumento de la velocidad del flujo, la erodabilidad y; en consecuencia el desprendimiento de partículas y el incremento en la concentración del flujo.
- En cuanto al esfuerzo cortante crítico  $\tau_c$ , se encontraron rangos de valores positivos en los ajustes de los modelos (7) y (8) para las pendientes bajas; mientras que algunos valores ligeramente negativos, así como intervalos que incluyen el valor cero, para el caso de la pendiente alta (13%), lo que sugiere que  $\tau_c$  puede ser asumido como igual a cero.
- Se encontró que  $k_c$  y  $\tau_c$ , están dentro de los rangos encontrado por otros investigadores.
- En cuanto al parámetro  $b$ , se encontraron rangos de valores que difieren significativamente entre los ajustes para los modelos (8) y (9) para las pendientes, y en algunos casos difiere significativamente de la unidad; lo que se recomienda emplear tipos de funciones que se ajusten a la no linealidad de los datos.
- En general, se encontró un ajuste satisfactorio de la mayoría de los modelos de estimación de la capacidad de desprendimiento de partículas del suelo de los surcos a las observaciones en las etapas de calibración y validación, aunque conviene destacar que, se observó que el  $R^2$  varió predominantemente entre 0,6 y 0,75, y el error medio porcentual fue negativo y moderadamente bajo, lo que sugiere que sería recomendable probar relaciones no lineales de mayor curvatura.
- Con base en los resultados del parámetro  $b$ , el cual se distancia de la unidad significativamente en la mayoría de los ajustes y las observaciones sobre los estadísticos mencionadas arriba, sería recomendable probar relaciones no lineales de mayor curvatura.