

PROBABILIDADES DE OCURRENCIA DEL FACTOR R DE LA ECUACIÓN UNIVERSAL DE PERDIDA DE SUELO

Alicia E. Codromaz de Rojas y José H. Saluso

Estación Experimental Agropecuaria Paraná INTA
C.C. 128 - (3100) Paraná, Entre Ríos

Resumen

Se presentan valores probabilísticos del factor R de la ecuación universal de pérdida de suelo para 43 localidades de gran parte de la República Argentina. Dado el inconveniente ocasionado por la falta de registros pluviográficos completos, se describe la metodología empleada para estimar valores anuales de R. Asimismo, se detalla la metodología empleada para el cálculo probabilístico.

Palabras claves: erosión, potencialidad erosiva de las lluvias, ecuación universal de pérdida de suelo.

PROBABILITY VALUES OF THE USLE R FACTOR

ABSTRACT

Probability values R of the universal soil loss equation (USLE) for 43 localities of nationwide República Argentina are presented. Due to the unavailability of complete rainfall chart, the methodology used about estimation of anual values of R, is described. Methodology for probability calculation is also described.

Key words: erosion, rainfall factor, universal soil loss equation.

INTRODUCCION

El desarrollo de proyectos para el control de la erosión hídrica y la determinación de alternativas más prácticas y económicas de evaluación de diversos tratamientos de conservación, requiere contar con estimaciones alternativas de pérdidas de suelos, lo que facilita la selección de prácticas de manejo en diferentes áreas.

Existe en la actualidad conciencia del problema y por ello hay una demanda técnica creciente en la utilización de ecuaciones para estimar pérdidas de suelos.

Una de las ecuaciones más conocida es la ecuación universal de pérdida de suelo, de amplio uso en el mundo

y en nuestro país; fue obtenida en la Universidad de Purdue, EE.UU., a partir de 1954. (Wischneier y Smith, 1978).

Es un modelo matemático de tipo paramétrico, donde el sistema simulase de valores o factores reconocidos como los de mayor significación en el proceso de erosión hídrica.

Cada factor interviene en forma multiplicativa:

$$A = R K L S C P$$

donde:

A: pérdida anual de suelos, expresada en tn/ha
R: lluvia

K: erosionabilidad del suelo
 L: longitud de pendiente
 S: grado de pendiente
 C: cobertura y manejo del cultivo
 P: práctica de control de erosión

Esta ecuación permite estimar cuantitativamente la erosión laminar de un campo o potrero.

Uno de los factores que toma en cuenta la ecuación es la potencialidad erosiva de las lluvias (R), elemento importante para la estimación de pérdidas de suelos por erosión hídrica y único que se puede lograr en forma regional, puesto que se basa en el análisis de la información pluviográfica.

Nuestro país cuenta actualmente con un mapa de potencialidad erosiva de las lluvias (R) para gran parte de la Región Mesopotámica, Pampeana y Chaqueña (4).

En ese mapa se representan los valores promedios de 22 años de R. Sin embargo es conocido que los valores anuales para una determinada localidad varían de año a año.

Dada la importancia que tiene conocer la variación de los datos de R, se plantea este trabajo que tiene por objetivo la obtención de valores probabilísticos del factor R.

Ello permitirá a los usuarios disponer de estimaciones alternativas de R que deberán seleccionarse en función de criterios técnicos y económicos.

MATERIALES Y METODOS

Para un estudio probabilístico del factor R, se plantea el mismo problema que se planteó para la obtención del R medio: no existen localidades con registros pluviográficos completos de varios años.

Debido a ello se decidió utilizar la misma metodología empleada para la obtención del R medio (Rojas y Conde, 1985).

Obtención de R

Se contó con los "coeficientes de ajuste" (estimador de razón o cociente (Sukhatme, 1956) para cada mes de las localidades analizadas por Rojas y Conde, (1985).

Estos coeficientes fueron obtenidos de la totalidad de las tormentas cuyas fajas fueron analizadas (200 como mínimo por localidad):

$$B_i = \frac{\sum_{k=1}^{k=p} (EI)_k}{\sum_{k=1}^{k=p} x_k} \quad i = 1, \dots, 12$$

donde:

B_i: coeficiente de ajuste (estimador de razón)
 p: número total de tormentas cuyas fajas fueron analizadas
 EI: energía cinética total por intensidad máxima en 30 minutos llevadas a hora (r de cada tormenta)
 x: lluvia - 10 mm de cada tormenta

Se contó con los datos pluviométricos de la serie 1950-86 por localidad.

Se procedió de la siguiente forma por localidad

1 - Para cada mes del total de años se realizó la sumatoria de las lluvias mayores de 13,5 mm restándole 10 mm a cada una para disminuir el sesgo del estimador (Rojas y Conde, 1985).

2 - Se estimó el r mensual de cada año:

$$\hat{r}_i = B_i \sum_{i=1}^n pp_i \quad i = 1, \dots, 12$$

donde:

\hat{r}_i : es el r estimado mensual
 pp: lluvias mayores de 13,5 mm menos 10 cada una

3 - A partir de los \hat{r}_i se obtuvo:

$$\hat{R} = \sum_{i=1}^{i=12} \hat{r}_i$$

Validación del grado de ajuste de \hat{R}

Para conocer el grado de ajuste de la metodología utilizada se procedió así:

1 - Se seleccionó para cada localidad los R leídos de años considerados *buenos*.

2 - Se definió como año *bueno* aquél al que no le faltaba ninguna faja pluviométrica, o como máximo le faltaban registrar 100 mm en el año.

3 - Se obtuvo así una serie de datos anuales de R. Para esos mismos años se estimó el \hat{R} con la metodología mencionada anteriormente.

4 - Para conocer el ajuste de \hat{R} con respecto a R, se optó, tras una revisión de los métodos no paramétricos presentes en la bibliografía (C. Canover, 1980; Hand. Stat., 1984; Siegel, 1970) por hacer una correlación entre ambos.*

Probabilidad de \hat{R}

Para el cálculo de probabilidad los valores de \hat{R} obtenidos fueron ordenados por localidad en forma decreciente y se calculó la probabilidad de excedencia:

$$Pr = \frac{m + 100}{n + 1}$$

donde:

Pr : probabilidad
 m : número de orden de la serie (m = 1 para el valor máximo
 y m = n para el mínimo)
 n : número de años de la serie

RESULTADOS Y DISCUSION

Se obtuvieron los \hat{R} para todos los años de la serie de las localidades que contaban con el coeficiente de ajuste (Bi).

Del control realizado entre los datos pluviográficos y pluviométricos de cada localidad, se obtuvieron los años *buenos* y para cada uno de ellos se obtuvo el R leído de fajas pluviográficas. El número de años *buenos* variaban en función de la calidad de los registros:

EEA Paraná: 20	Cnia. Benitez: 4
Cnel. Suárez: 8	EEA Famaillá: 4
Junín: 2	EEA C. Azul: 2
EEA Pergamino: 4	Las Breñas: 5
Bordenave: 2	Las Lomitas: 2
Dolores: 3	Va. Angela: 1
Guauguaychú: 5	Salta: 4
Córdoba: 2	
Laboulaye: 3	

Por ser la EEA Paraná la localidad con mejores

registros, se hizo la correlación de \hat{R} sobre R y se obtuvo un grado de asociación entre variables del 87,8 % ($r^2 = 77,09$).

Posteriormente se hizo la correlación para el total de años *buenos* (51) de las otras localidades; el grado de asociación entre variables fue $r = 97,71$.

Estos resultados nos permiten considerar que la metodología usada para estimar \hat{R} anuales es suficientemente confiable.

Los datos de probabilidad de excedencia se encuentran en el **Cuadro 1**. Allí se dan los datos esperados de R con una probabilidad de 75, 50, 20 y 5%, para 36 años aproximadamente de registros de lluvias de 43 localidades.

Cuanto más alto es el valor de R se presenta con menor frecuencia. La elección de una frecuencia determinada es un problema de decisión a tomar.

CONCLUSIONES

Se presentan los valores probabilísticos de factor R de la ecuación universal de pérdida de suelo, para 43 localidades de gran parte de la República Argentina.

Esto significa un avance con respecto a lo ya realizado en el país dada la mayor precisión de los datos.

La elección de un valor R con una frecuencia determinada es decisión del técnico a cargo del proyecto de conservación.

REFERENCIAS

- CONOVER, W.J. 1980. Practical Nonparametric Statistics. 2nd. ed. J. Willey & Sons. 493 p.
- HANDBOOK OF STATISTICS N° 4. 1984. Nonparametric Methods. P.R. Krishnaiah. Publicado por Elsevier Science Publishers B.V. 968 p.
- ROJAS A.E.C. de y A.A. CONDE. 1985. Estimación del factor "R" de la ecuación universal de pérdidas de suelo para el centro-este de la República Argentina. Ciencia del Suelo, 3(1-2): 85-94.
- SIEGEL S. 1970. Diseño experimental no paramétrico aplicado a las ciencias de la conducta. Trillas, México. 347 p.
- SUKHATME, P.V. 1956. Teorías de encuesta por muestreo con aplicaciones. Traducido de la Iera. ed. inglesa por A.M. Flores y J. Nieto de Pascual. México, Fondo de Cultura Económica. 495 p.
- WISCHMEIER, W.H. y D.D. SMITH. 1978. Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture Handbook N° 537.

* Realizado por la Ing. Agr. Nancy Khan