

**ESCURRIMIENTO TEORICO EN UN SUELO DE LA SERIE RAMALLO
(ARGIUDOL VERTICO), FASE MODERADAMENTE EROSIONADA,
BAJO DISTINTOS MANEJOS ***

O. J. Santanatoglia, C. I. Chagas (1) y N. R. Fernández (2)

Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos, Facultad de Agronomía, U.B.A., Av. San Martín 4453 - (1417)
Buenos Aires

RESUMEN

Al no poder contar con parcelas experimentales para determinar valores de pérdida de suelo y agua por escurrimiento, se ha establecido una metodología para determinar índices de escurrimiento (IEsc) para distintos tratamientos en la Serie Ramallo, fase moderadamente erosionada, localizada en San Pedro, Provincia de Buenos Aires.

Se ha podido establecer que tomando en cuenta los subperíodos Agosto 1980-Enero 1981 y Enero 1981-Mayo 1981, que es cuando se producen las máximas precipitaciones e intensidades en todos los años, los valores de IEsc aumentan con la intensidad de las mismas y son mayores aún en los tratamientos labrados que en los no labrados.

Los valores de escurrimiento obtenidos, se asemejan a los estudiados para dicha región, según datos de bibliografía.

Palabras Claves: escurrimiento, índice de escurrimiento, evapotranspiración del cultivo.

**THEORETICAL RUNOFF IN A SOIL OF THE RAMALLO SERIES (VERTIC ARGIUDOL)
MODERATLY ERODED PHASE, UNDER DIFFERENT MANagements**

ABSTRACTS

As a consequence of not having experimental fields to determine the values of soil and water losses through runoff, it has been established a methodology to determine the runoff indices (I Esc) for different treatments in the Ramallo Series moderately eroded phase, placed in San Pedro, Buenos Aires province. We were able to establish that, taking into account the subperiods August 1980-January 1981 and January 1981-May 1981, when the heaviest and most intense rainfall takes place every year, I Esc values increase with the intensity of the rain and are even higher in tilled than in untilled treatments.

The values of the runoff obtained are similar to those estimated for the region as are mentioned in the bibliography.

Key words: runoff, runoff index, crop evapotranspiration.

(1) (2) Becarios del CONICET.

* Trabajo subvencionado por la Comisión Administradora de Campos. U.B.A. y presentado en el X Congreso Argentino y VIII Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata - 1983.

INTRODUCCION

La imposibilidad de poder contar con valores de escurrimiento a través de parcelas experimentales, para determinar la potencialidad de la erosión hídrica que se produce en un suelo, ha estimulado el desarrollo del cálculo de la misma por medio de la precipitación, de la evapotranspiración de los cultivos o praderas consideradas y del contenido de agua en el perfil.

El cálculo permite caracterizar la recarga que se produce en el suelo, estando la misma vinculada con los factores físicos y el tipo de manejo aplicado.

En los balances hidrológicos se suelen estimar de diferentes manera los escurrimientos (Ready, 1979; Baier y Robertson, 1966). Los valores de pérdida de agua por dicha vía pueden influir decididamente sobre los rendimientos de los cultivos, especialmente en los estivales. En ellos, el agua acumulada en el barbecho y la que pudiera aportarse por lluvia en la época de floración, tiene un impacto decisivo sobre la producción.

Tomando en consideración los períodos de máximas precipitaciones e intensidades para la localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires, se realizó el estudio de los valores de escurrimiento teóricos para dos períodos y distintos tratamientos de manejo, con la finalidad de poder establecer que incidencia poseían las lluvias y las distintas condiciones físicas del suelo sobre dicho parámetro.

MATERIALES Y METODOS

Suelo:

El trabajo se realizó en suelos de la Serie Ramallo (Argiudol vértico), fase moderadamente erosionada, (INTA, 1973), del lote 19 del campo Los Patricios de la U.B.A., localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires. La pendiente del lote es 1,5% y su longitud, 600 metros.

Muestreo:

El muestreo se realizó en un sistema de fajas paralelizadas, cortando la pendiente y la superficie de las mismas es de aproximadamente, 3 hectáreas. Se tomó como superficie real de muestro, 1 hectárea, en la cual se verificó el grado de erosión sufrida. Para ello, se efectuaron pozos de chequeo y se determinó a qué

profundidad se encontraban el horizonte B2t. Se comprobó que todas las fajas poseen una pérdida del 50% del horizonte A, con respecto a la Serie Ramallo típica. El muestreo se llevó a cabo en tres fechas: agosto, enero y mayo, que es el período donde se concentran las máximas precipitaciones e intensidades de lluvia.

Tratamientos:

- 10 años de agricultura continua y los últimos tres años de maíz (B).
- 10 años de agricultura continua y los últimos tres años, rotación trigo-soja-maíz (C).
- 10 años de agricultura continua y los últimos tres años, pradera de trébol rojo y cebadilla (A).
- Debajo del alambrado, se tomó como situación natural, vegetación predominante de gramíneas (D).

Determinaciones físicas:

- Determinación de la densidad aparente a través de un cilindro de volumen conocido, 347 cm³. Se tomaron 20 muestras por hectárea.
- Obtención de la humedad del perfil por método gravimétrico, en las siguientes profundidades: 0-5 cm, 5-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm y 60-80 cm. Se tomaran 5 muestras por hectárea.
- Cálculo del escurrimiento teórico para cada tratamiento y en los ciclos Agosto-Enero y Enero-Mayo.

Estimaciones climáticas:

- Cálculo de la evapotranspiración potencial mensual (EP), a través del método de Thornthwaite y Mather (1955-1957). Se trabajó con los valores climáticos de Agosto 1980 a Mayo 1981.
- Cálculo de la evapotranspiración potencial de referencia (ETO) a través de la corrección de lecturas del tanque "A", con los coeficientes para Pergamino, que obtuvieron Zeljkovich et al. (1980).

La información climática fue tomada del informe meteorológico mensual de la E.E.A. INTA, San Pedro e informes pluviométricos del campo Los Patricios de la U.B.A., San Pedro.

- Determinación de los valores "K" para cada cultivo, utilizando la metodología de FAO (1977) y

valores "K" de maíz para Pergamino, según Zeijkovich y Rebella (1980).

- Cálculo de la evapotranspiración de los cultivos (ETC); se obtiene mediante el producto de EP por los "K" de cada cultivo.

Según distintos autores (Forte Lay y Burgos, 1978; Páez de Cárargo y Pereira, 1981), el método de Thornthwaite y Mather (1955-1957) sería el más adecuado para el cálculo de la evapotranspiración potencial, para la zona en estudio. Para los meses considerados, la correlación entre dicho método y el tanque "A", corregido con el factor "K tanque", de la E.E.A. INTA Pergamino (1980), fue de 0,95*** (significativo al 99,9% de probabilidad).

La información climática de precipitación mensual, temperatura media mensual, evapotranspiración potencial, factores "K" de cultivos y la evapotranspiración de los cultivos se observan en el Cuadro 1.

Metodología aplicada para el cálculo de los escurrimientos teóricos:

Se parte de la humedad inicial, medida gravimétricamente para cada tratamiento. Los valores mensuales de ETC obtenidos se suman a través de todo el período.

do. Los valores resultantes se aplican en la siguiente fórmula:

$$(ESC + D) = HIm + Pp - Hfm - ETC$$

ESC = escurrimiento teórico (mm)
 D = percolación profunda (mm)
 HIm = humedad inicial medida (mm)
 Pp = precipitación (mm)
 Hfm = humedad final medida (mm)
 ETC = evapotranspiración del cultivo en el período (mm)

RESULTADOS Y DISCUSION

Para una mejor interpretación de los valores de escurrimientos obtenidos, se ha dividido el período en estudio en dos subperíodos, de agosto de 1980 a enero de 1981 y de enero de 1981 a mayo de 1981.

Esto obedece a que, en los mismos, la cantidad de lluvia caída y la intensidad expresada en mm por día con lluvia, fue distinta y merecía un análisis más detallado de dichas situaciones frente a los tratamientos estudiados.

TABLA 1: Valores climáticos y de las evapotranspiraciones para los meses comprendidos entre Agosto de 1980 y Mayo de 1981, localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires.

Meses	Año	Temperat. media mensual (°C)	ETO (mm) (Tanque A corregida)	EP ajustada (mm)	Factor "K" *				ETC (mm)				Lluvias (mm)
					1	2	3	4	1	2	3	4	
Agosto	80	11,4	44,8	30,1	0,50	0,50	0,30	0,30	15,0	15,0	9,0	9,0	17,0
Septiembre	80	13,5	72,5	43,5	0,70	0,90	0,50	0,50	30,5	39,2	21,8	21,8	49,0
Octubre	80	16,5	74,8	67,8	1,00	1,10	0,45	0,45	67,8	74,6	30,5	30,5	51,0
Noviembre	80	18,7	95,8	85,8	1,00	0,85	0,80	0,60	85,8	72,9	68,6	51,5	140,5
Diciembre	80	23,1	135,5	130,2	1,00	0,50	1,05	0,85	130,2	65,1	136,7	110,7	95,5
Enero	81	22,5	122,4	124,4	1,05	0,55	1,10	1,00	130,6	68,4	136,9	124,4	207,0
Febrero	81	23,2	95,1	109,2	1,00	0,85	1,00	0,75	109,2	92,8	109,2	81,9	48,0
Marzo	81	20,6	89,0	92,2	1,00	1,05	0,75	0,50	92,2	96,8	69,2	46,1	59,0
Abril	81	17,2	50,3	60,2	0,95	1,00	0,60	0,60	58,0	60,2	36,1	36,1	85,0
Mayo-	81	17,0	50,0	57,0	0,90	0,80	0,75	0,75	51,3	45,6	42,8	42,8	176,0

* Se establecieron determinaciones del factor "K" para las siguientes situaciones:

1: Pradera y debajo del alambrado.

2: K rotación.

3: K maíz.

4: K maíz Nov., Dic., Ene., Feb., Marz, según Zeijkovich, L. T. y Rebella, C. (1980), para Pergamino.

TABLA 2: Valores de escurrimiento (ESC) para los subperíodos agosto-enero y enero-mayo 1980/81.

Subperíodos	Determinaciones	Tratamientos				
		D	A	B	C	
28/8/80 al 13/1/81	Pp (mm)	395,0	395,0		395,0	395,0
	Him (mm)	310,2	288,1		316,5	305,9
	Hfm (mm)	265,7	256,6		288,8	317,3
	ETC (mm)	382,5	382,5	278,6 *	328,0	288,7
	ESC (mm)	57,0	44,0	144,1	94,7	94,9
	IEsc (%)	14,4	11,1	36,5	24,0	24,0
Intensidad de precipitación: \bar{x} = 17,9 mm/día.						
14/1/81 al 27/5/81	Pp (mm)	516,0	516,0		516,0	516,0
	Him (mm)	265,7	256,6		288,8	317,3
	Hfm (mm)	354,7	319,9		328,9	368,2
	ETC (mm)	371,1	371,1	263,1 *	319,7	323,5
	ESC (mm)	55,9	81,6	212,8	156,2	141,6
	IEsc (%)	10,8	15,8	41,2	30,2	27,4
Intensidad de precipitación: \bar{x} = 24,6 mm/día.						

* Valores de evapotranspiración de cultivos utilizando los valores "K" obtenidos por Zeljovich y Rebella (1980).

IEsc = Índice de escurrimiento.

$$IEsc = \frac{\text{Escorrimento (mm)} \times 100}{Pp \text{ (mm)}}$$

Para el cálculo efectuado se consideró que el valor de la percolación profunda (D) es despreciable, teniendo en cuenta el período corto de tiempo analizado, debido a no haberse encontrado valores cercanos a capacidad de campo en los muestreos realizados, y dada la baja permeabilidad de los horizontes B₂₁t y B₂₂t.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los escurrimientos obtenidos para ambos subperíodos y para los distintos tratamientos.

Para ambos subperíodos se encuentran mayores índices de escurrimiento (I Esc) en los suelos que han sido labrados, respecto de los no labrados (debajo del alambrado y praderas).

Los valores del I Esc del segundo subperíodo, en comparación con el primero, en casi todos los tratamientos, fue mayor, excepto para debajo del alambrado. Dicho aumento coincide con la mayor precipitación y el aumento de la intensidad de las lluvias, para el segundo subperíodo. La diferencia de intensidad de lluvias entre ambos períodos es de 6,7 mm/día:

Los bajos valores de I Esc para el tratamiento pradera (A), en el primer subperíodo, en parte podrían deberse a la sobreestimación de la evapotranspiración, pues no se han tenido en cuenta los cortes que sufrió la misma.

La diferencia entre los valores del I Esc para maíz, cuando se utilizaron los valores "K" obtenidos por Zeljovich y Revella (1980), con respecto a los de FAO (1977), es de 12,5 para el primer subperíodo y de 11 para el segundo.

Se citan en la Tabla 3 los valores de evapotranspiración obtenidos para los distintos cultivos para la localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires y los que publica FAO (1977).

De acuerdo al cuadro anteriormente expuesto se puede apreciar que los valores de evapotranspiración de los cultivos calculados, se encuentran dentro de los rangos establecidos por FAO (1977), o bien las variaciones son poco significativas.

Para la zona de San Pedro, Provincia de Buenos Aires, la escorrentía media anual estimada, OEA (1974), está comprendida entre 200 y 300 mm.

Se presenta en la Tabla 4 la comparación de los valores promedio del índice de escurrimiento (I Esc)

TABLA 3: Valores de Evapotranspiración para la localidad de San Pedro, Provincia de Buenos Aires.

Tratamientos	Valores obtenidos (mm)	Valores de FAO (mm)
Pradera y debajo del alambrado	800	600-1.500 (5)
Maíz	445 (1)	400- 750
	557 (2)	
	560 (3)	
Trigo	266	300- 450
Soja	323 (4)	450- 825

- (1) ETC calculada utilizando "K" Zeljkovich y Rebella (1980).
 (2) ETC calculada utilizando "k" FAO (1977).
 (3) ETC calculada para Pergamino por Zeljkovich y Rebella (1980), como promedio de 42 años.
 (4) ETC valor menor al dado por FAO (1977), pues es soja de segunda.
 (5) Alfalfa.

para los tratamientos labrados y no labrados y el aumento del mismo entre subperíodos y en los tratamientos.

Se observa un aumento del I Esc en el segundo subperíodo, pues aumenta la intensidad de precipitación (mm/día), el mismo es mayor en los suelos labrados.

La Tabla 5 muestra la distribución de las intensidades diarias de las precipitaciones (en mm), para los subperíodos considerados.

El aumento en el I Esc verificado en los tratamientos labrados en el segundo período, con respecto al primero, puede deberse a la mayor concentración de intensidades de lluvias diarias entre 21 y 100 mm, correspondiéndole el 85% del total de las precipitaciones.

TABLA 4: Valores promedio del I Esc de los tratamientos labrados y no labrados, diferencias entre ambos y entre subperíodos.

Subperíodo	No labrados promedio I Esc %	Labrados promedio I Esc %	Diferencias %
1º	12,75	24,00	11,25
2º	13,30	28,80	15,50
Diferencia	0,55	4,80	

CONCLUSIONES

Los valores del I Esc teórico expresan una pérdida muy importante de agua en ambos subperíodos considerados, siendo para los suelos labrados mayor que para los no cultivados.

A medida que aumentan los valores de intensidad de las precipitaciones, se produce una mayor pérdida por escurrimiento, expresada en el mayor valor de I Esc.

Los volúmenes de escurrimiento teóricos obtenidos no se apartan en gran medida de los valores que se desarrollan en otros trabajos, para condiciones semejantes y se asemejan a los valores dados para dicho área en el trabajo realizado para la Cuenca del Río de la Plata (1974).

Dichos valores de I Esc ponen en conocimiento el riesgo que presentan los suelos de la Serie Ramallo fase moderadamente erosionada cuando se realizan cultivos labrados en los mismos y ello sería aún más riesgoso en el caso de realizarse a favor de la pendiente.

Los valores de evapotranspiración propuestos por FAO (1977) son muy amplios pues toman en consideración áreas húmedas o semiáridas, es por ello que

TABLA 5: Distribución de las intensidades diarias de precipitaciones (1980-1981).

Intervalos de intensidades de precipitaciones (mm/día)	Agosto 1980 - Enero 1981		Enero 1981 - Mayo 1981	
	mm totales	%	mm totales	%
0- 10	34,0	8,6	53,0	10,3
11- 20	165,5	41,9	25,0	4,8
21- 40	195,5	49,5	223,0	43,2
41- 70	-	-	116,0	22,5
71-100	-	-	99,0	19,2
Total	395,0	100,0	516,0	100,0

los valores obtenidos en este trabajo se ubican dentro de los límites inferiores y ello se debe a que nos encontramos dentro de una región húmeda.

Esta metodología abre la posibilidad de cálculo de los índices de escurrimiento teóricos para distintas situaciones, permitiendo inferir las pérdidas de agua por escurrimiento.

A medida que se obtenga mayor información de los índices, ajustándolos con los valores medidos de agua en el perfil, permitirá definir, en función de las pendientes, cuál es la posibilidad de recarga del suelo.

Al asociarlo con producciones para determinados cultivos, se llegará a establecer correlaciones entre escurrimiento y rendimientos.

BIBLIOGRAFIA

- Baier, W. y G. W. Robertson, 1966. A new vesatile soil moisture budget. *Can. J. Pl. Sci.* 46: 299-315.
- Doorenbos, J. y W. O. Pruitt, 1977. Crop water requirements. FAO. Irrigation and Dainage Paper, N° 24, 144 pág., Roma (revised).
- Forte Lay, J. A. y J. J. Burgos, 1978. Verificación de métodos de estimación de almacenaje de agua en suelos pampeanos. Taller argentino-estadounidense sobre sequías, 22 pág. máq. Mar del Plata.
- INTA, 1973. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja :3360-33.. Pérez Millán. Publicación del INTA: 35-38.
- Organización de Estados Americanos, 1974. Mapa de escorrentía media anual. Cuenca del Río de la Plata. Estudio para su planificación y desarrollo.
- Paéz de Camargo, A. y A. R. Pereira, 1981. A évapotraspiracao potencial segundo Thornthwaite; II Congreso Brasileiro de Agrometeorología; Resumos: 11-118, Pelotas, R. G. Brasil.
- Ready, S. J., 1983. A simple method of estimating the soil water balance. *Agric. Meteorol.*, 28: 1-17.
- Thornthwaite, C. W. y J. R. Mather, 1955. The water balance. Drexel Institute of Technology. Publication in Climatology. Volume VIII. Number I. 104 p. Centerton, New Jersey.
- Thornthwaite, C. W. y J. R. Mather, 1957. Instructions and tables for computing potencial evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. Publications in Climatology. Volume X. Number 3. p. 185-311. Centerton, New Jersey.
- Zeljovich, L. T.; C. M. Rebella y A. Goldberg, 1980. La evapotranspiración potencial en la región de Pergamino, medición y cálculo. IX Reunión Argentina de la Ciencia del Suelo. Paraná. Pág. 63-72.
- Zeljovich, L. T. y C. M. Rebella, 1980. Necesidades de agua de un cultivo de maíz en la región de Pergamino. II Congreso Nacional de Maíz. Pergamino. Asociación Argentina de Ingenieros Agrónomos de la Zona Norte de la Provincia de Buenos Aires.