

DETERMINACION EXPERIMENTAL DE ALGUNOS DE LOS COMPONENTES DEL BALANCE DE  
AGUA CON FINES AGROECOLOGICOS

Rafael O. Rodríguez\*, Adrián Troha\*\* y Ricardo A. del Barrio\*\*

INTRODUCCION

El estudio del balance de agua del suelo a partir de un conocimiento completo de todos sus componentes es una herramienta muy importante para la comprensión de la dinámica del agua edáfica, que engloba procesos físicos y químicos de gran interés en investigaciones agrohidrológicas.

A pesar de ello, no es frecuente la medición de dichos componentes debido a la dificultad y alto costo, prefiriéndose modelos empíricos y semiempíricos que con sólo unos pocos datos básicos pueden estimar el resto de los elementos que componen el proceso global.

Es ampliamente conocido que, de la precipitación que cae al suelo (medida en el pluviómetro), sólo una porción penetra efectivamente en el mismo. El resto escurre superficialmente siguiendo las pendientes naturales del terreno hasta incorporarse a la cuenca correspondiente. A pesar de ello, casi todos los modelos ampliamente utilizados de balance de agua, consideran como variable de entrada al sistema, el 100% de la precipitación medida en el pluviómetro. Esto lleva, en líneas generales, a una sobreestimación del contenido hídrico de suelos ubicados en posiciones positivas del relieve y a una subestimación en aquellos suelos bajos o deprimidos.

Particularmente, este último problema se acentúa al considerar suelos de textura fina, planchados, sin buena estructura o con algún otro impedimento físico que limite la normal infiltración profunda de agua en el perfil.

Un factor pocas veces tenido en cuenta y con gran incidencia en el fenómeno analizado es la intensidad de precipitación, o más precisamente, la relación intensidad de precipitación/capacidad de infiltración del suelo.

A medida que esta relación aumenta por encima de la unidad, hay una pérdida de agua por escurrimiento superficial tanto mayor cuanto mayor es este cociente.

Hay que considerar además, que en la relación indicada, el denominador disminuye en función del tiempo transcurrido, desde un valor máximo o "tasa de infiltración inicial", hasta un valor mínimo constante "tasa de infiltra-

\* Centro de Investigación de Recursos Naturales. INTA Castelar

\*\* Centro de Investigaciones Biometeorológicas. CIBIOM-CONICET

ción estacionaria o básica" que se alcanza cuando el suelo llegó a su máximo contenido de humedad. La tasa de infiltración inicial fluctúa entre un valor máximo y la básica de acuerdo al contenido inicial de humedad del suelo. También depende de esta última variable el tiempo que transcurrirá entre la tasa inicial y básica de infiltración (Fernandez et al, 1971).

El objetivo de este trabajo es el de establecer una cuantificación de estos elementos del balance de agua, a partir de determinaciones simultáneas de escurrimiento superficial, humedad del suelo, precipitación caída y su intensidad media, contándose también, debido a trabajos previos realizados por el CIBIOM, con la infiltración básica y la tasa de infiltración con diferentes contenidos de humedad inicial (Troha y del Barrio, 1987)

#### MATERIALES Y METODO

Se instaló una parcela de escurrimiento en el campo del Observatorio Agrometeorológico de Castelar (INTA). la misma sigue las modificaciones propuestas por Anaya Garduño (1985) respecto a las desarrolladas por Wischmeier para estudios de erosión hídrica.

La parcela es de forma rectangular, de 2 metros de ancho y 13,1 metros de largo, con un pico vertedor en uno de los extremos que desemboca en un tanque decantador con capacidad para 100 litros conectado a su vez a un tanque recolector principal de 1000 litros.

Este dispositivo, se encuentra ubicado sobre una pradera permanente de 20 años de antigüedad, mantenida siempre entre los 5 y 10 centímetros de altura, implantada sobre un suelo Argiudol vértico, a favor de una pendiente del 1% aproximadamente (normal para la zona).

Los escurrimientos producidos luego de cada precipitación fueron medidos a partir de junio de 1986 hasta agosto de 1987, debiéndose suspender las mediciones entre septiembre y noviembre de 1986 por inconvenientes en el sistema, los que fueron subsanados durante dicho período.

Paralelamente, se efectuaron observaciones periódicas de humedad del suelo con sonda de neutrones hasta los 1,2 metros y por método gravimétrico en superficie; además la evaluación de las fajas del pluviógrafo permitió obtener la intensidad media de cada precipitación expresada en  $\text{mm.h}^{-1}$ .

Durante el período considerado se estimó la humedad del suelo entre 0 y 20 cm de profundidad, mediante el método de balance hidrológico diario de Thornthwaite y Mather (1955), para conocer las variaciones de humedad entre las mediciones gravimétricas tomadas como referencia. La capacidad de campo utilizada fue determinada gravimetricamente, siendo de 87 milímetros hasta los 20 centímetros de profundidad.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Durante el período analizado las precipitaciones fueron en general inferiores al valor normal de la zona, especialmente en los meses que aportan el mayor porcentaje de la precipitación anual. Asimismo, la máxima cantidad de precipitación caída en el período fue de tan solo 44 milímetros en 24 horas, mientras que la intensidad media máxima fue de  $18,8 \text{ mm.h}^{-1}$  superándose los  $10 \text{ mm.h}^{-1}$  tan sólo en 5 casos sobre un total de 64 lluvias caídas en el período.

Los escurrimientos producidos alcanzaron un total de 14 casos, de los cuales 4 no pueden considerarse como significativos ya que su valor es inferior a 0.2 milímetros.

En la Figura N°1 se muestra la distribución temporal de la información reunida para la realización del trabajo. Se pueden visualizar los milímetros de precipitación caída, su correspondiente intensidad media y el escurrimiento producido; en el mismo gráfico se puede observar la variación de la humedad del suelo tanto para los valores medidos como para los estimados por el balance hidrológico diario, hasta los 20 centímetros de profundidad, presentando estos últimos un buen ajuste.

Según trasunta de lo expresado anteriormente, la complejidad del proceso de escurrimiento hace difícil la definición de un umbral de iniciación del escurrimiento superficial, a partir del rango de precipitaciones observadas exclusivamente; por ello es necesaria la incorporación del conocimiento de la humedad del suelo como variable fundamental para definir la ocurrencia del fenómeno.

Así se puede comprender como precipitaciones relativamente escasas y de poca intensidad pueden ocasionar escurrimiento superficial cuando el suelo se encuentra en capacidad de campo o muy cercano a ella.

A pesar de contarse con la información de la variación de la humedad del suelo hasta los 1,2 metros de profundidad, es el contenido de humedad de los primeros 20 centímetros de suelo el que explica en mayor medida lo ocurrido, coincidentemente con lo que expresan Shaw (1960) y Baier y Robertson (1966).

Pueden existir casos, como por ejemplo el ocurrido a fines de febrero de 1987 en donde precipitaciones moderadas con suelo en capacidad de campo y una intensidad media de la lluvia de  $8 \text{ mm.h}^{-1}$ , no arroja más que vestigios de escurrimiento. Esto podría explicarse por el gran desecamiento del suelo en las capas subsuperficiales, y por lo que el agua caída sigue penetrando en el perfil, debido a una tasa de infiltración mayor o igual a la intensidad media de la precipitación,

Por el contrario, durante períodos en los que el suelo permanece con abundante contenido de agua, puede apreciarse casos en que precipitaciones intermedias y de baja intensidad producen escurrimientos significativos; en estas

situaciones sería necesario un estudio más exhaustivo de la intensidad de las precipitaciones pues pueden ocurrir intervalos cortos con precipitaciones muy intensas que desatan el proceso de escurrimiento superficial.

De lo dicho anteriormente puede citarse como ejemplo al mes de agosto de 1986 donde una lluvia de 24,5 milímetros, con intensidad media de  $3,4 \text{ mm.h}^{-1}$  produce un escurrimiento de 7,9 milímetros que en términos relativos (32%) es el mayor de los casos observados.

Sobre el total de la información disponible se puede apreciar que sólo hay escurrimiento superficial si la humedad de la primera capa del suelo se encuentra por encima del 75% de la capacidad de campo.

Por otra parte, se pudo observar, que precipitaciones menores a 20 milímetros solo pueden producir escurrimiento superficial, si la humedad del suelo está en capacidad de campo o muy cercana a ella, con intensidades moderadas, no pudiendo conocerse que ocurriría con intensidades medias más altas.

#### CONCLUSIONES

La realización de este tipo de trabajo involucra una cierta complejidad operativa y, además, una dependencia marcada de la ocurrencia y características de las precipitaciones y de las condiciones de humedad del suelo. Estas condiciones podrán ser obviadas cuando se disponga de un equipo más completo, que incluya, en especial, un simulador de precipitaciones.

Los datos acumulados durante el período de 11 meses, cuya característica fue la ocurrencia de precipitaciones con valores inferiores a los normales, permiten, no obstante, establecer las siguientes conclusiones:

1. Para poder definir el escurrimiento superficial para una parcela dada (suelo desnudo y con cobertura vegetal) es necesario conocer entre otros parámetros la cantidad de precipitación caída, su intensidad y la humedad del suelo.
2. Como primera aproximación se puede concluir que sólo hay escurrimiento superficial si la humedad superficial del suelo se encuentra por encima del 75% de la capacidad de campo, mientras que debe encontrarse en capacidad de campo o muy cercano a ella si la precipitación caída es inferior a los 20 milímetros.
3. La precipitación efectiva, es decir la cantidad de agua que realmente ingresa en el perfil, puede verse disminuida notablemente con respecto a la lluvia total caída, dependiendo principalmente de la intensidad de la misma.
4. Para poder desarrollar fórmulas de estimación del escurrimiento superficial será necesario contar con un mayor período de observaciones que lleven a involucrar situaciones de mayor cantidad e intensidad de precipitación.

## BIBLIOGRAFIA

1. Anaya Garduño, M. 1985. Seminario sobre la erosividad de la lluvia y su relación con la desertificación. S.M.N. 8 de octubre al 2 de noviembre de 1985. Buenos Aires.
2. Baier, W. and G.W. Robertson. 1966. A new versatile soil moisture budget. *Can. J. Plant. Sci.* 46:299-315.
3. del Barrio, R.A. 1984. Infiltración de agua en suelos de la región pampeana. *Rev. Facultad de Agronomía* 5(3):183-191.
4. Fernandez, P.C.; J.A. Luque y J.D. Paoloni, 1971. Análisis de la infiltración y su aplicación para diseños de riego en el valle inferior del Río Colorado. *RIA. Serie 3. Clima y Suelo* 8(1):1-29.
5. Shaw, R.H. 1960. Prediction of soil moisture under meadow. *Agron. J.* 56:320-324.
6. Thornthwaite, C.W. and J.R. Mather, 1955. The water balance. Publ. in *Climatology*. Drexel Inst. of Tech., New Jersey, 104 p.
7. Troha, A. y R.A. del Barrio. 1985. Infiltración de agua en suelos de la cuenca deprimida del río salado (provincia de Buenos Aires). *Geoacta* 13(1):153-166.
8. Troha, A. y R.A. del Barrio, 1987. Utilización de cilindros simples y dobles en la determinación de la capacidad de infiltración de los suelos. Presentado en el XI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. *Rev. Facultad de Agronomía*. (En prensa).

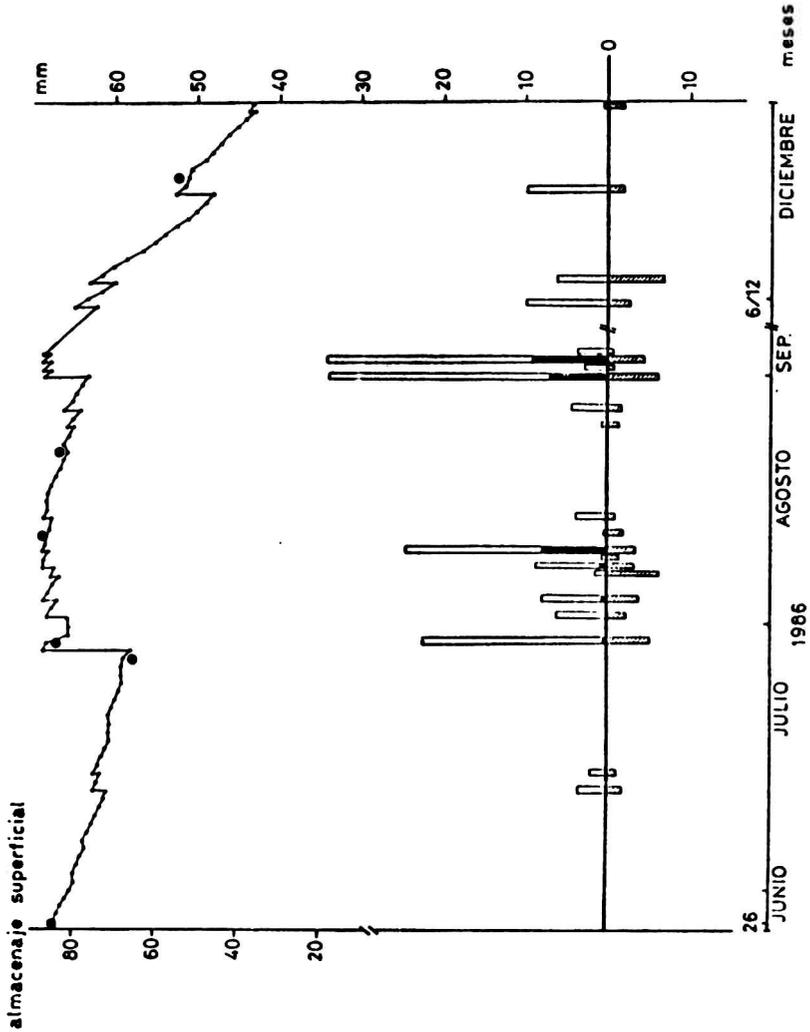


Figura N° 1. Valores medidos y estimados de la humedad del suelo hasta los 20 cm de profundidad (capacidad de campo = 87 mm). Precipitaciones caídas en el periodo, su intensidad media ( $mm.h^{-1}$ ) y escurrimiento superficial medido.

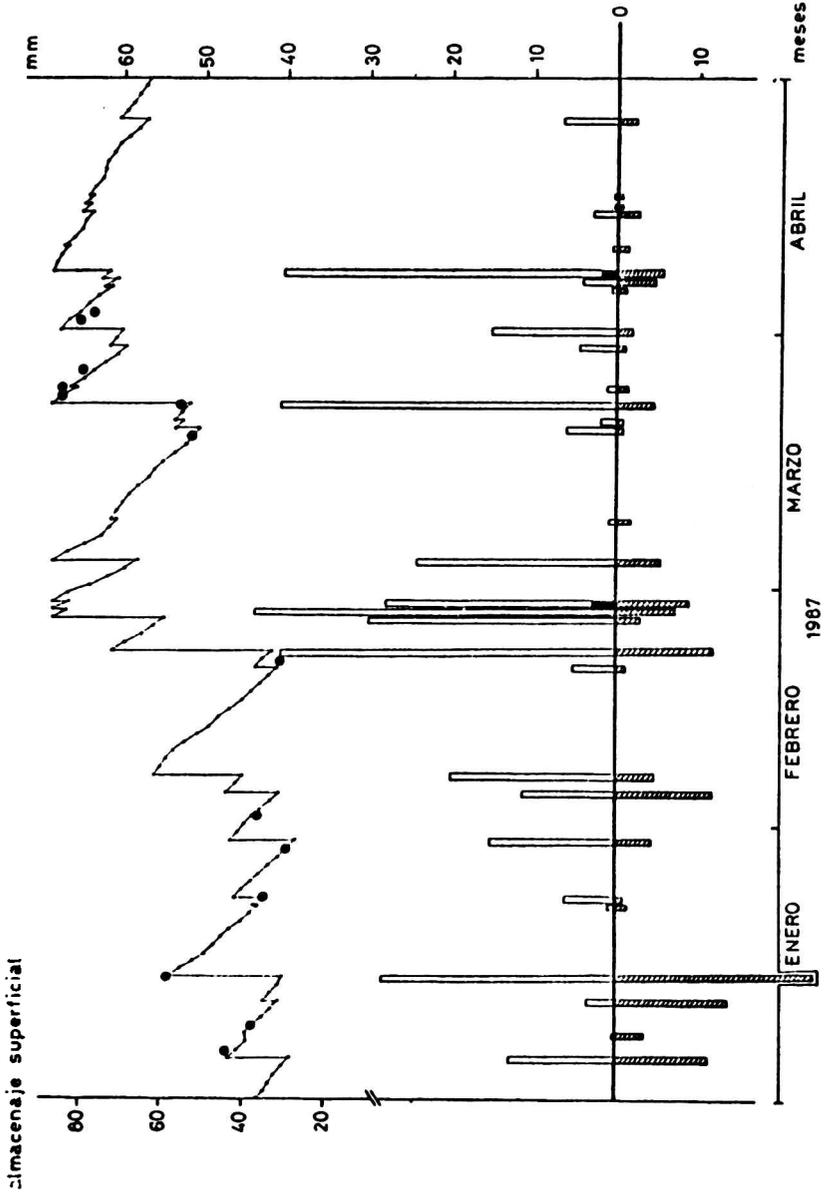


Figura N°1: (Continuación)

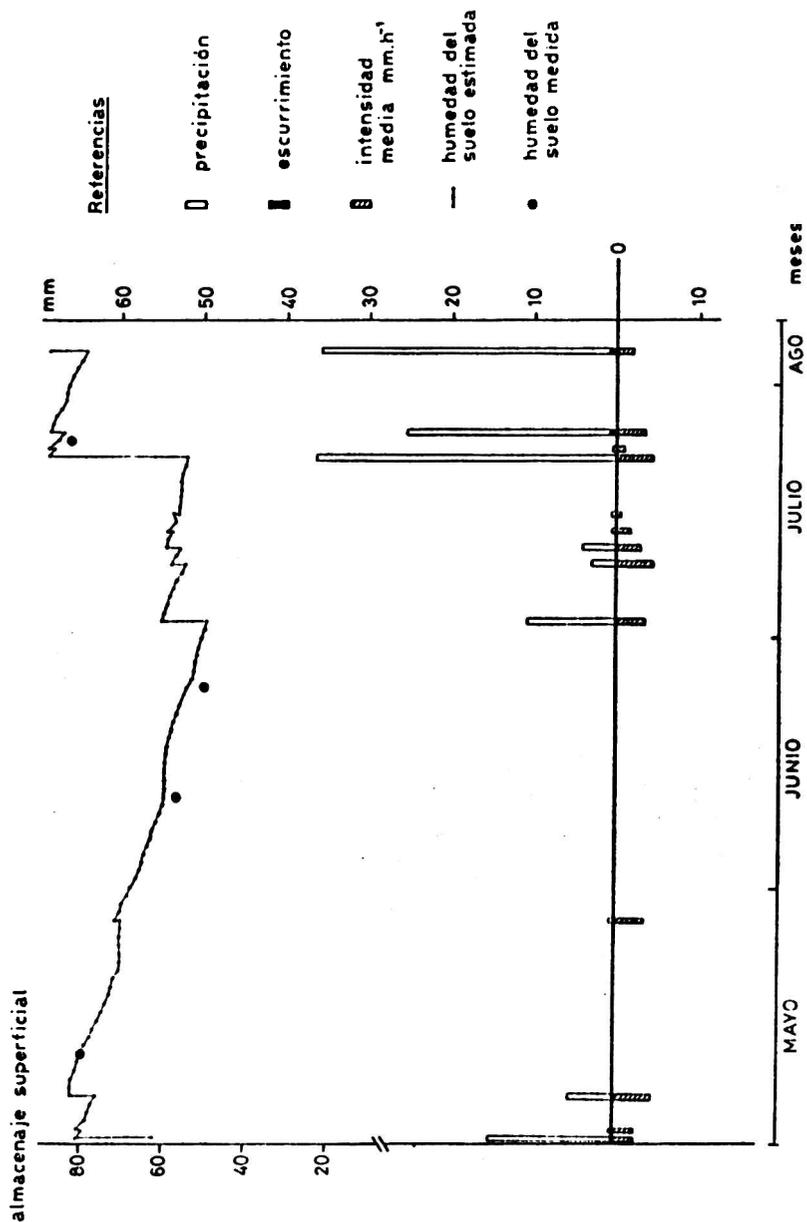


Figura N°1: (Continuación)