

IMPORTANCIA DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAJE DE AGUA EN SUELO EN EL BALANCE HÍDRICO CLIMÁTICO

Mormeneo, I.¹; Castellví, F²

¹Dpto de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, Calle San Andrés No.800. Bahía Blanca, CP 8000, Argentina

²Dpto. Medio Ambiente y Ciencias del Suelo. Universidad de Lleida, España.

E-mail: i.mormeneo@gmail.com

Palabras clave: Balance hídrico, Capacidad de almacenaje, Agrometeorología.

INTRODUCCIÓN

Si bien una educación moderna debería ser flexible e incluir diferentes opciones, a veces en Agrometeorología, donde básicamente se trabaja con voluminosas bases de datos numéricas, se hace imprescindible reducir la realización de cálculos por parte del alumno. A su vez el docente *pretende* que el trabajo motive al alumno al análisis de los resultados obtenidos sin descuidar el conocimiento de las metodologías utilizadas. Sin embargo, dicha pretensión es utópica, y en la práctica aspectos relevantes mencionados pasan fácilmente desapercibidos. Un ejemplo, el cual es el motivo de este trabajo, es la capacidad de campo. Típicamente, el docente menciona su importancia pero raramente se mide haciendo que el alumno no sea consciente de esta. Ello pudiera habituarlo a la práctica de un caso real al que se le asignara un valor típico encontrado en la literatura.

La aplicación de la informática en Agricultura es imprescindible para optimizar la toma de decisiones. Podría *contagiarse* a los alumnos el entusiasmo de descubrir, por sus propios medios, la diversidad de resultados con los diferentes "input". Esto fomentaría la capacidad de asombro del alumno y por otro lado, darle el espacio para preguntarse el por qué de los resultados, motivando la búsqueda de respuestas.

En este trabajo se aplica la metodología de Thornthwaite (1948), para el cálculo de la Evapotranspiración de referencia, y Thornthwaite and Mather (1955), en el Balance Hídrico Climático (BHC). Estos autores describen que el balance hídrico también puede desarrollarse para el seguimiento del agua en el suelo en tiempo real (escala mensual, decádica, semanal). En este caso, el balance se denomina balance hídrico secuencial o seriado (BHS).

Como parte del material docente se preparó un programa en ambiente Excel para el cálculo de la evapotranspiración potencial por diferentes metodologías. También incluye el cálculo de los BHC y BHS dejando la posibilidad de modificar el valor de la capacidad de almacenaje de agua en el suelo (CA). El objetivo de este trabajo es facilitar al alumno los cálculos para que rápidamente esté en condiciones de evaluar y comparar resultados una vez que se los ha introducido en la fase conceptual y en la importancia de disponer del valor correcto de la Capacidad de Almacenaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la estimación de la evapotranspiración potencial se utilizaron algunas de las metodologías de cálculo ampliamente conocidas como Thornthwaite; Hargreaves-Samani; Priestley-Taylor y FAO-Penman-Monteith. El programa se estructura en varias hojas pues cada modelo trabaja con diferentes variables. Ello hace que todos los cálculos (factor de corrección de Thornthwaite insolación, Radiación extraterrestre, Radiación solar), sean entendibles y se puedan modificar facilitando así su uso y comprensión. En la primera hoja se encuentra la información general (bibliografía, fórmulas utilizadas, instrucciones de uso). La segunda hoja contiene las tablas 1 y 2, para ser utilizadas en el llenado de datos. A continuación, dos hojas consecutivas donde automáticamente se observan los resultados obtenidos con los diferentes métodos aplicados para la estimación de ETo y el BHC con su correspondiente comprobación de resultados.

En la Tabla 1 se detallan los datos sobre las características de la estación que el alumno debe incluir. También debe tener en claro las variables climáticas a introducir en la sección de datos del programa, las que se especifican en la Tabla 2.

Tabla 1. Datos correspondientes a la estación. (ejemplo)

Nombre estación	Bahía Blanca
Latitud (grados; + en H.N; - en H.S)*	-38,44
Longitud (grados)	-62,1
Altitud snm (m)	83,0
Albedo (%)	0,23
Capacidad de Almacenaje (mm)	100

* el límite de Lat viable para estos cálculos es $\pm 66,55^\circ$

Tabla 2. Datos climáticos de enero a diciembre, correspondientes a la estación.

Variables climáticas
Ta (temperatura media)
T _x (temperatura máxima media)
T _n (temperatura mínima media)
n (heliofanía real media)
Viento (velocidad media del viento, km día ⁻¹)
HR _n (humedad relativa del aire mínima media)
HR _x (humedad relativa del aire máxima media)
Prec (precipitación media normal)

Nota. Se incluyen otros parámetros no mencionados ahora y utilizados en la fórmula FAO-Penman-Monteith

El programa se completa con una hoja con las figuras correspondientes a los resultados obtenidos, comparando los diferentes métodos de ETo y BHC. Finalmente contiene una hoja con los cálculos de insolación, radiación extraterrestre y

radiación solar. Las fórmulas utilizadas para la estimación de ETo en base mensual son las siguientes:

Thornthwaite (1948):

$$ET_0 = 0,61 \left(\frac{10T}{I} \right)^a \frac{d}{12} * \frac{N}{30} \quad (1)$$

Hargreaves-Samani (1985):

$$ET_0 = 0,0023 * Ra * \Delta T^{0,5} * \left[\alpha + 17,8 \right] \quad (2)$$

Priestley-Taylor (1972):

$$ET_0 = \left[\frac{\lambda}{\lambda + \gamma} \right] \left[\frac{R_n - G}{\lambda} \right] \quad (3)$$

FAO-Penman-Monteith (Allen *et al*, 1998):

$$ET_0 = \frac{0,408 * \Delta \left[\frac{R_n - G}{\lambda} \right] \gamma \frac{900}{T + 273} U_2 \left[\frac{e_s - e_a}{\lambda} \right]}{\Delta + \gamma \left[1 + 0,34 * U_2 \right]} \quad (4)$$

Siendo Ra la radiación extraterrestre, T la temperatura media mensual, d duración media del día; N: número de días del mes; ΔT : amplitud térmica; α ; albedo; Δ : pendiente de la curva de presión de vapor; Rn: radiación neta solar; G: flujo de calor en el suelo; γ : constante psicrométrica; λ : flujo de calor latente de evaporación; U₂: velocidad del viento a 2 metros; (e_s-e_a) déficit de saturación en el aire.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dado que en el ingreso de datos, el alumno debe especificar la Capacidad de almacenaje (CA) correspondiente a la estación en estudio, esto permite al usuario cambiar este valor y así observar las diferencias en los resultados. Esto facilita al docente resaltar la importancia de la utilización del valor exacto de la Capacidad de retención de los suelos, evitando así resultados erróneos del BHC provenientes de usar valores incorrectos de CA.

Uno de los resultados que puede obtenerse con este programa es la gráfica del BHC indicando los períodos de excesos, déficits, recarga y consumo de agua. De esta forma, el alumno podrá comparar rápidamente, y en una forma sencilla y amigable, los resultados obtenidos entre zonas húmedas y secas, con diferentes CA, como se puede ver en la Figura 1.

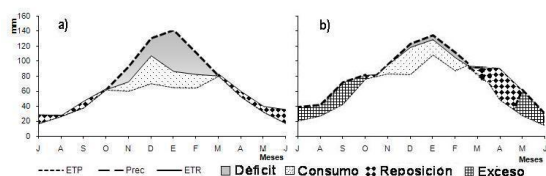


Figura 1. Representación de un BHC. a) zona seca; b) zona húmeda.

También permite determinar con claridad el período de meses durante el año que puede representar un problema por excesos o déficit de agua para los cultivos a implantar. Del mismo modo y para una misma estación, trabajando con diferentes valores de CA, el alumno logrará corroborar debidamente la variación obtenida, como resultado de utilizar otros contenidos de agua (Figura 2).

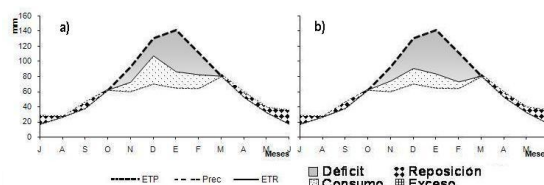


Figura 2. Representación de un BHC para una misma estación, utilizando dos CA, a) 100 mm; b) 200mm

Por otra parte, el programa genera, entre otros resultados, una tabla con los valores mensuales de ETo obtenidos por las metodologías ya mencionadas y una figura comparativa. Como ejemplo se incluye la Figura 3, donde se reflejan claramente las diferencias sostenidas

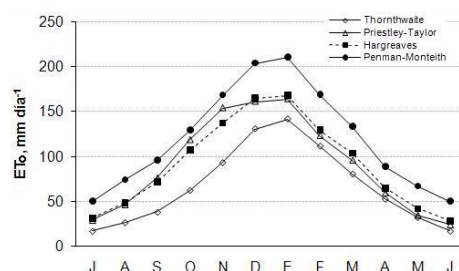


Figura 3. Marcha comparativa de los valores mensuales de evapotranspiración de referencia para una localidad de la región semiárida pampeana

CONCLUSIONES

Con esta forma de trabajo, se permite mejorar el uso del tiempo en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, facilitándose el análisis, comprensión y la discusión de esta temática que siempre resultó ser compleja para los alumnos, especialmente por el volumen de cálculos que ello implica.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto CGL2009-12797-C03-01 (MICYT) España.

REFERENCIAS

- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. 2006. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. FAO. *Irrigation and Drainage Paper N° 56*. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO *Irrigation and Drainage Paper 56*. FAO Roma. 300 pp
- Hargreaves, G.H.; Samani, Z.A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Transactions of the ASAE*, 2:96-99
- Priestley, C.H.B. and Taylor, R.J. 1972. On the assessment of surface heat flux and evaporation using large scale parameters. *Mon. Wea. Rev.*, 100, 81-92
- Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, v.38, n.1, p.55-94.
- Thornthwaite, C. W. y J. R. Mather. 1955. The water balance. Publication in Climatology. Drexel Institute of Technology, New Jersey 104 p.