

INFLUENCIA DE LA DURACIÓN DEL CICLO DIURNO SOBRE LA TOMA DE AGUA POR RAÍCES DE CULTIVOS

J. L. Blengino Albrieu^a, R. Rubio Cebada^a, J.C. Reginato^a y D.A. Tarzia^b

^a*Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas Y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto*

^b*Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Austral; CONICET; Rosario*

Resumen: Se examina la toma de agua por raíces de cultivos en una situación idealizada, con una aproximación para situaciones como aquellas encontradas para plantas creciendo en volúmenes fijos de suelo, como en macetas. Se utiliza un modelo de toma de agua y crecimiento de raíz acoplados, el cual es un modelo unidimensional para el flujo y toma de agua por un sistema radical creciendo uniformemente distribuido en el suelo dado por Blengino Albrieu et. al. (doi:10.1016/j.apm.2014.11.042). Para modelar la influencia de la duración del ciclo diurno se modifica la función de toma por un factor de valor 1 durante el ciclo diurno y 0 durante el ciclo nocturno, con transición C_2 . Los resultados obtenidos muestran que la influencia es no lineal con un aumento de la toma total a medida que aumenta la duración del ciclo diurno

Palabras clave: *Toma de agua, ciclo circadiano, frontera móvil*

2000 AMS Subject Classification: 35Q80 - 92B99

1. INTRODUCCIÓN

Las mediciones de toma de agua presentadas por Vetterlein y Jahn en 2004 [6] tienen incorporado un ciclo circadiano con una duración de ciclo diurno de 12 horas, sin embargo Carminatti et. al. en 2010 utilizan un ciclo de 14 horas. Por otra parte Javot y Maurel [4] midieron la influencia del fotoperíodo en la conductividad hidráulica de la raíz para *Lotus japonicus* observando una caída brusca de la misma en horario nocturno. En el mismo trabajo se citan otras mediciones en el mismo sentido. Es decir que para poder comparar los resultados de mediciones con distinto ciclo diurno es necesario tener una medida de la influencia del mismo en los valores finales de toma. En este trabajo se utilizará el modelo de Blengino Albrieu et. al. [1, 2] para simular la toma de agua, cambiando la función de toma de agua para que refleje el ciclo día- noche con diferentes duraciones del ciclo diurno

2. MODELO

Para la simulación se utiliza el modelo presentado en [1, 2] consistente en

$$\frac{\partial}{\partial t} [\Psi(r, t)] = -\frac{1}{rC(\Psi(r, t))} \frac{\partial}{\partial r} \left[rK(\Psi(r, t)) \frac{\partial}{\partial r} [\Psi(r, t)] \right] \quad (1)$$

$$\Psi(r, 0) = \phi(r) \quad (2)$$

$$0 = 2\pi R(t)K(\Psi(R(t), t)) \frac{\partial \Psi}{\partial r}(R(t), t) \quad (3)$$

$$G(\Psi(s_0, t), t) = -2\pi s_0 K(\Psi(s_0, t)) \frac{\partial \Psi}{\partial r}(s_0, t) \quad (4)$$

$$R(t) = R_0 \sqrt{\frac{l_0}{l(t)}} \quad (5)$$

donde Ψ es el potencial mátrico, $s_0 < r < R(T)$ es la coordenada radial en un sistema de coordenadas cilíndricas, con s_0 el radio de la raíz y $R(t)$ la semidistancia entre raíces, $K(\Psi(r, t))$ es la conductividad hidráulica, $C(\Psi(r, t))$ es la capacidad diferencial de retención de agua, $\phi(r)$ es una función univaluada con la distribución de agua, $l(t)$ es el largo de la raíz (en este caso se supone una función lineal del tiempo) y $G(\Psi(s_0, t), t)$ es la función de toma de agua. Para la función de toma de agua se utiliza la dada por Feddes et. al. [3] con el agregado de un factor multiplicativo dependiente del tiempo. Dicho factor tiene

un periodicidad de 24 horas y comienza en el momento que comienza el ciclo diurno. Las transiciones se realizan en un período de 2 horas con derivada segunda continua, y la duración del ciclo diurno se toma a partir del punto medio de la rampa de subida hasta el punto medio de la rampa de bajada. Un esquema de este factor se puede ver en la Figura 1.

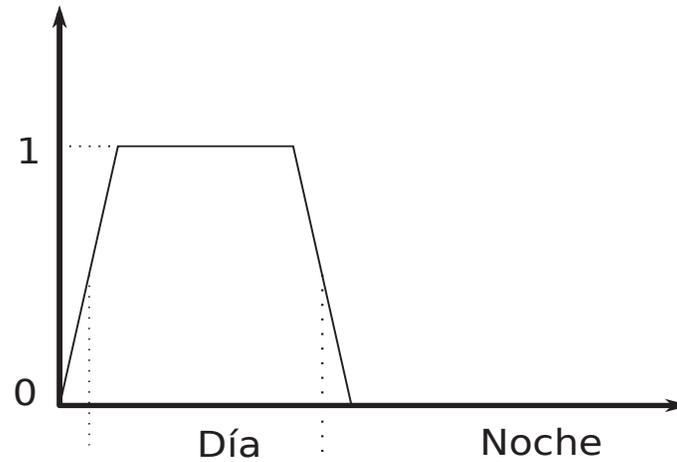


Figura 1: Esquema del ciclo día noche

3. RESULTADOS

Para la simulación se utiliza un suelo tipo loam con los parámetros dados por Persone et. al. [5], y los parámetros de raíz dados en [2]. La condición inicial consiste en un potencial mátrico de $\phi = 300\text{cm}$, para estar en una situación cercana al estrés hídrico manifestado en la zona lineal de la curva de toma de agua de Feddes [3, 1, 2]. Este valor equivale a un contenido de agua disponible [1, 2] de aproximadamente $U = 330\text{cm}^3$.

En la Figura 2 (a) se puede ver una comparación de las tomas instantáneas para los últimos dos días de simulación. Si bien las tomas decrecen a medida que aumenta el período de luz, esto no es necesariamente igual para el caso de las áreas, es decir para la toma acumulada. Si se observa la Figura 2 (b) se puede ver que la toma acumulada aumenta a medida que aumenta el período diurno. La Figura 3 muestra la dependencia de la toma acumulada al finalizar la simulación en función de la duración del período de luz.

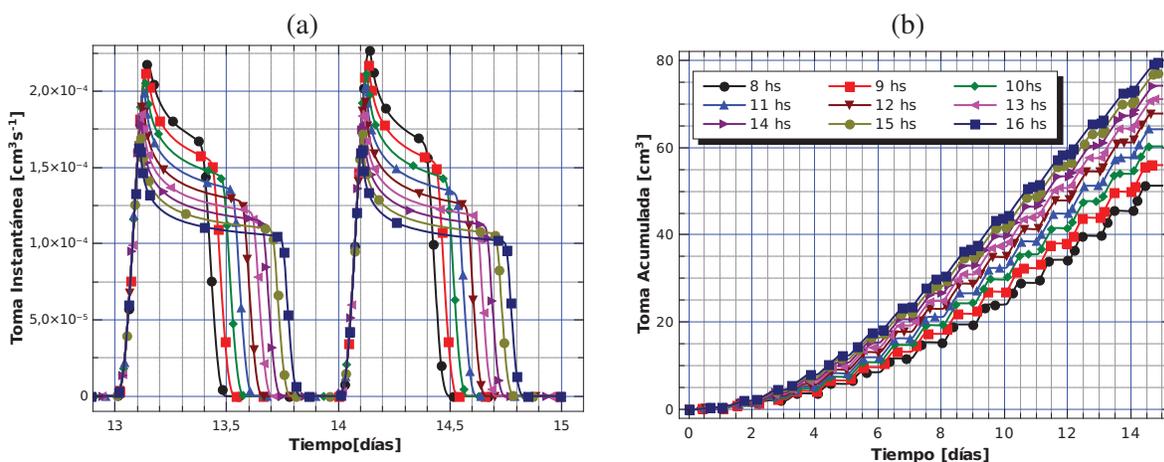


Figura 2: Comparación de las tomas instantáneas en los últimos dos días de simulación (a). Se puede observar que los valores disminuyen a medida que aumenta la duración del ciclo diurno. En el cuadro (b) se observa la toma acumulada a lo largo de los 15 días de simulación. En este caso la cantidad de agua tomada aumenta a medida que aumenta la duración del ciclo diurno

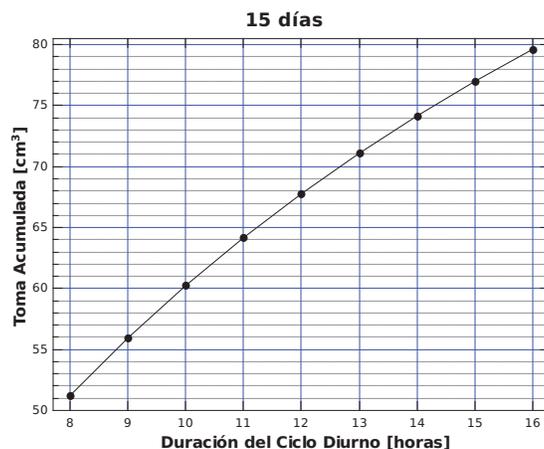


Figura 3: Toma acumulada al final de la simulación versus la duración del período diurno. Notese que el crecimiento en la toma es no-lineal

4. CONCLUSIONES

Si bien la toma final no aumenta linealmente con la duración del período diurno, como sería esperable en el caso de alta disponibilidad de agua, se aproxima bastante al aumento lineal. En este caso la toma está en una zona cercana al estrés hídrico y se puede ver a partir de la Figura 2 (a) que el valor máximo al principio de cada día aumenta o se mantiene en valores cercanos para todas las simulaciones en los últimos 2 días. Esto implica que durante la noche lo que sucede es un acomodamiento del agua en el suelo de manera tal que el potencial en el borde de la raíz al comenzar el ciclo diurno está en la zona constante de la función de Feddes, o muy cerca de ella. Como los largos de raíz son iguales para todas las simulaciones, las diferencias de tomas están asociadas a los tiempos que la toma está en la zona lineal.

REFERENCIAS

- [1] J.L. Blengino Albrieu. *Modelo macroscópico de toma de agua por raíces acoplada con crecimiento*. PhD thesis, FCEIA UNR, 2014.
- [2] J.L. Blengino Albrieu, J.C. Reginato, and D.A. Tarzia. A qualitative approach to the water uptake by a root system growing in a fixed soil volume. *Applied Mathematical Modelling (in press)*, 2015.
- [3] R.A. Feddes, H. Hoff, M. Bruan, T. Dawson, P. de Rosnay, P. Dirmeyer, R.B. Jackson, P. Kabat, A. Kleidon, A. Lilly, and A.J. Pitman. Modelling root water uptake in hydrological and climate models. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 82:2797–2809, 2001.
- [4] H. Javot and C. Maurel. The role of aquaporins in root water uptake. *Annals of Botany*, 90(3):301–313, 2002.
- [5] E. Personne, A. Perrier, and A. Tuzet. Simulating water uptake in the root zone with a microscopic-scale model of root extraction. *Agronomie*, 23:153–168, 2003.
- [6] D. Vetterlein and R. Jahn. Gradients in soil solution composition between bulk soil and rhizosphere- in situ measurement with changing soil water content. *Plant and soil*, 258:307–317, 2004.