

PATRÓN DE EXTRACCIÓN DE AGUA DE CULTIVOS DE MAÍZ Y SOJA EN UN ARGIUDOL TÍPICO DE BALCARCE

J.M. Gardiol (1), A.I. Irigoyen (2), A.I. Della Maggiora (2) y V. Silva (2)

(1) Departamento. de Ciencias de la Atmósfera, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).

(2) Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP) - Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce. C.C. 276 - (7620) Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Tel. (0266)-20313-21039-22040/41/42. FAX: (54)-266-21756.

SUMMARY

The objective of this study was to determine the evolution of depth water extraction of maize and soybean, as well as the relative contribution of each soil layer to water use.

The study was conducted during 1993-94 and 1994-95 growing season at Balcarce, cultivating soybean cultivar Asgrow 3127 and maize hybrid Dekalb 636 on a Typic Argiudoll.

Soil water content was measured by neutron attenuation method twice a week during growing season.

Soil water depleted until 0.4-0.6, 0.6-0.8, 1.0-1.2 and 1.4-1.6 m at V6-V8, V8-V10, V10-R1 and R1-R6 maize stages, respectively. About 90 % maize water use was localized at upper 0.8 m until V10 stage, progressing to 1.0 m at R1 and 1.2 m at R6 stage.

Soil water depleted until 0.4, 0.8 and 1.2 m at R1-R2, R3-R5 y R5-R7 soybean stages, respectively.

Key Words: maize, soybean, water extraction pattern, soil water depletion, water use.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento del patrón de extracción de agua de un cultivo reviste particular importancia para diversos fines, entre ellos, para la aplicación de balances de agua.

El patrón de extracción de agua de los cultivos depende del tipo de suelo, contenido de humedad y patrón de distribución de raíces (Rhoads *et al.*, 1990, Radder, 1991).

Debido a la dificultad de realizar observaciones directas de la distribución de raíces en el perfil de suelo, se pueden obtener estimaciones a partir de la variación de almacenaje de agua (Shaw, 1963; Durrant *et al.*, 1973; Allmaras, *et al.*, 1975; Stone *et al.* 1976; Reicosky y Heatherly, 1990, Eck y Winter, 1992; Jaffar *et al.*, 1993), así como a través de las proporciones de uso de agua en las diferentes capas del suelo (Eck y Winter, 1992).

Con la finalidad de ajustar los balances de agua para los cultivos de maíz y soja en las condiciones de Balcarce, se estableció como objetivos del presente trabajo, determinar la evolución en la profundidad de extracción de agua, así como la contribución

relativa de cada capa de suelo al consumo total durante la estación de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en la Unidad Integrada Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP - Estación Experimental Agropecuaria (INTA) de la localidad de Balcarce, Pcia. de Buenos Aires (-37 ° 45' de latitud y -58 ° 18' de longitud), durante las campañas agrícolas 1993-94 y 1994-95.

Se trabajó con un híbrido de maíz, Dekalb 636 sembrado el 19 y 10 de octubre en el primero y segundo año respectivamente y con un cultivar de soja, Asgrow 3127 cuyas fechas de siembra fueron 9 y 7 de noviembre para los mismos años.

El ensayo fue conducido por el grupo de Ecofisiología de Cultivos de esta Unidad Integrada e incluía cultivos de maíz, girasol y soja con cuatro y tres repeticiones para la primera y segunda campaña respectivamente. Los cultivos se desarrollaron con óptimas condiciones nutricionales e hídricas y libre de plagas y enfermedades. Se aplicó riego por aspersión para mantener

un nivel de disponibilidad de agua en el suelo igual o superior al 50 %.

Se instalaron tubos de acceso para sonda de neutrones en cada una de las parcelas experimentales. Se midió la humedad de suelo dos veces por semana durante el ciclo de los cultivos, muestreando cada 0.1 m en la capa de 0 - 0.4 m y cada 0.2 m en la correspondiente a 0.4 - 1.8. Se utilizó el método gravimétrico entre 0 y 0.1 m y el de dispersión de neutrones en el resto del perfil.

La evolución fenológica de los cultivos se determinó a través de tres observaciones semanales, en seis plantas por parcela. Se empleó la clave de Ritchie y Hanway, 1982 para maíz y la de Fehr y Caviness, 1977 para soja.

Se seleccionaron 5 fases fenológicas de los cultivos de maíz (V6, V8, V10, R1 y R6) y de soja (R1, R2, R3, R5 y R7). En esas fechas se representaron: a) los perfiles de humedad de suelo para determinar la profundidad a la que se produjo variación de almacenaje y b) la contribución relativa de cada capa de suelo (0.2 m) al consumo total, acumulando desde la emergencia hasta cada fase.

El consumo de agua se determinó a partir de la variación de almacenaje de agua del suelo, sumando las lluvias y el riego y descontando el drenaje, cuando la lámina actual de agua del suelo, superaba el límite máximo. La cantidad de agua incorporada por riego, se cuantificó realizando mediciones de humedad antes y después de cada aplicación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se representaron los valores de humedad del suelo para un perfil típico en cada una de las dos campañas analizadas para el cultivo de maíz (Figura 1). Se detectó variación en el almacenaje de agua según el año considerado entre 0.4-0.6, 0.6-0.8 y 1.0-1.2 m en los estados V6-V8, V8-V10 y V10-R1 respectivamente. Entre las fases

R1 y R6 se observaron cambios hasta 1.8 m, siendo mayores dentro de la zona profunda, los detectados en la capa de 1.2 a 1.4 m.

Diversos autores han hallado que la máxima profundidad de raíces de maíz con adecuada disponibilidad de agua se encuentra entre 1.2 y 1.5 m (Mayaki *et al.*, 1976 ; Robertson *et al.*, 1980).

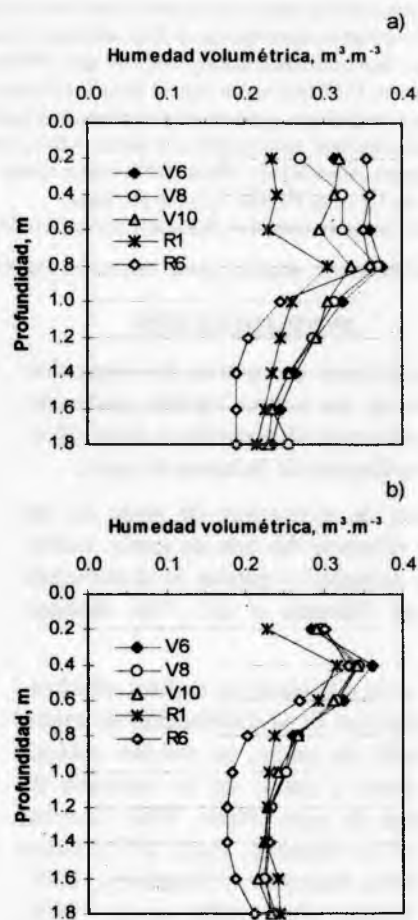


Figura 1: Contenido de agua del suelo en diferentes estados fenológicos del cultivo de maíz en la estación de crecimiento 1993-94 a) y 1994-95 b)

Los valores de distribución del consumo de agua por capas representada en la Figura 2 se obtuvieron a partir del promedio de

cuatro y tres repeticiones para el primero y segundo año de ensayo respectivamente.

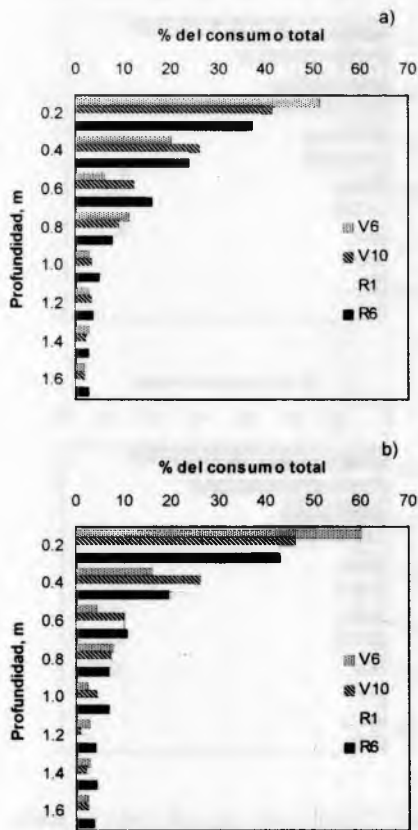


Figura 2: Contribución de cada capa de suelo al consumo acumulado hasta diferentes fases fenológicas del cultivo de maíz en la campaña 1993-94 a) y 1994-95 b).

A medida que avanzó la estación de crecimiento del cultivo de maíz, el aporte al consumo total de la capa de 0 - 0.2 m sufrió una continua disminución entre V6 y R1-R6, mientras que en la correspondiente a 0.2 - 0.4 m se detectó un aumento hasta V10 y luego decrecimiento hacia el final del ciclo (Figura 2). La proporción aportada por las capas 0.4 - 0.6 m y 0.8 - 1.0 m fue ligeramente creciente, variando la contribución entre 1.0 y 1.6 m desde el 2 al 7 %.

El 90 % del consumo total de maíz se concentró en los primeros 0.8 m hasta la fase

V10, progresando a 1.0 m en R1 y a 1.2 m en R6. La capa de 0 a 0.4 m mantuvo un aporte de 72 y 76 % en V6 y 61 y 63 % en R6 para el primero y segundo año respectivamente.

Mayaki *et al.* (1976) observaron que en R6 aproximadamente 64 y 92 % del peso seco de las raíces de maíz bajo riego, se encontraron en los primeros 0.3 m y 0.9 m de suelo respectivamente.

Para el cultivo de soja se obtuvieron perfiles de humedad de suelo con diferentes profundidades en los dos años evaluados, los cuáles se presentan en la Figura 3.

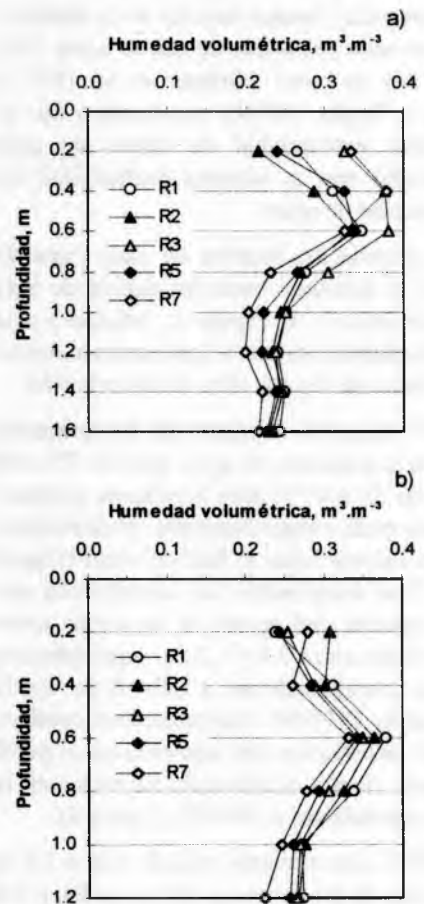


Figura 3: Contenido de agua del suelo en diferentes estados fenológicos del cultivo de soja en la estación de crecimiento 1993-94 a) y 1994-95 b).

Entre las fases R1 y R2 se observó un cambio apreciable en el almacenaje de agua hasta 0.4 m, el cual representó el 80 % de la variación total a 1.6 m en la campaña 1993/94 (Figura 3 a). Entre R3 y R5 dicho porcentaje se concentró en la capa de 0 - 0.8 m para los dos años considerados.

Se detectaron cambios en el porcentaje de humedad a 1.2 m de profundidad de hasta un 4 % entre R5 y R7, siendo más pequeños a 1.4 m (Figura 3 a).

Stone *et al.* (1976) hallaron apreciable variación de almacenaje hasta 1.2 m en soja regada 2 meses después de la siembra, observando presencia de raíces hasta 1.05 m. Por su parte Allmaras *et al.* 1975 y Jung y Taylor (1984) encontraron que la máxima profundidad de raíces de soja coincidió con la máxima profundidad de extracción de agua.

La contribución relativa de cada capa de suelo al consumo total del cultivo de soja se presenta en la Figura 4, referida a una profundidad total de 1.2 m para uniformar los datos de los dos años de observación.

Entre R1 y R3 el aporte de los primeros 0.2 m al consumo de agua, pasó de 55 a 44 % y de 53 a 47 % para la primera y segunda campaña respectivamente, manteniendo estos valores hasta el final del ciclo (Figura 4). Esa disminución fue compensada por un aumento del aporte de las capas comprendidas entre 0.4 y 1.2 m, especialmente en la correspondiente a 0.6-0.8 m. En la campaña 1993/94 ocurrieron leve cambios en la distribución del consumo en el perfil a partir de R3, siendo más marcados en la correspondiente a 1994/95 (Figura 4).

El 90 % del consumo total de soja a 1.2 m provino de los primeros 0.6 m en R1 y 0.8 m en el resto de la estación de crecimiento. El aporte de la capa de 0 a 0.4 m representó un 77 % en R1, pasando a un valor de alrededor de 66 % entre R3 y R7.

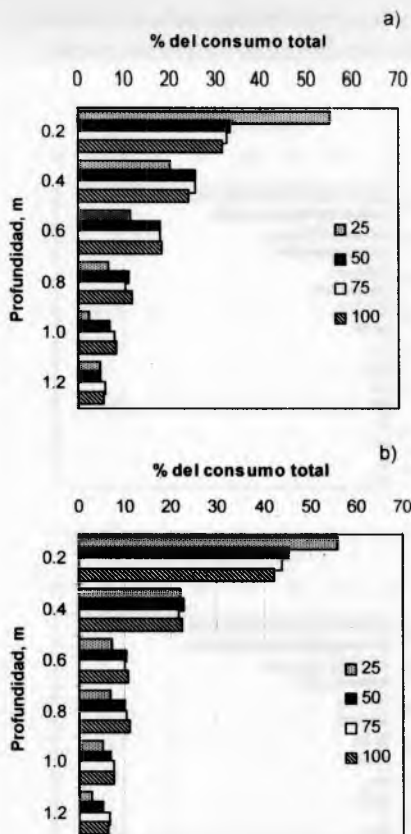


Figura 4: Contribución de cada capa de suelo al consumo acumulado hasta diferentes fases fenológicas del cultivo de soja en la estación de crecimiento 1993-94 a) y 1994-95 b).

Para comparar la distribución del consumo de agua entre los dos cultivos estudiados, se dividió la estación de crecimiento (EC), definida entre emergencia y madurez fisiológica, en cuatro partes (25, 50, 75 y 100 %). Los porcentajes de uso de agua se refirieron al total ocurrido en la profundidad de 1.2 m.

En la Figura 5 se comparó la partición del consumo por capas en maíz (a) y en soja (b) para la campaña 1993/94. Durante todo el ciclo, el mayor aporte al consumo (55 %), lo hizo la capa de 0-0.2 m, en ambos cultivos. En el tiempo transcurrido entre el 25 y 50 % de la EC se produjeron las mayores modificaciones en la distribu-

ción del consumo de agua entre capas. La contribución de los primeros 0.2 m sufrió una notable disminución en los dos cultivos, siendo más marcada en maíz (22 %) que en soja (11 %). Este cambio fue acompañado por un aumento en la proporción de agua extraída desde 0.4 a 1.0 m en maíz y 0.6 a 1.2 m en soja.

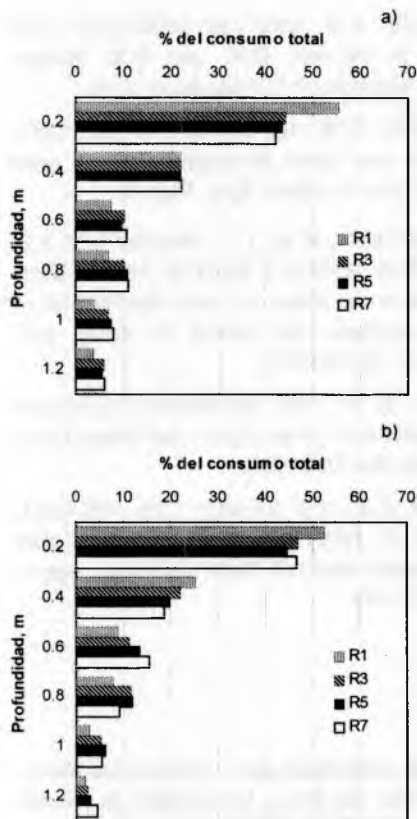


Figura 5: Contribución de cada capa de suelo al consumo acumulado hasta el 25, 50, 75 y 100 % de la estación de crecimiento 1993/94 del cultivo de maíz a) y de soja b).

El 90 % del consumo total de agua en la capa de 1.2 m evolucionó para maíz desde 0.6 m cuando transcurrió el 25 % de la EC, pasando a 0.8 m al 50 % de la EC y 1.0 m hasta el final del ciclo. El comportamiento de soja en este sentido fue igual que maíz hasta la mitad del ciclo y luego se mantuvo en 0.8 m hasta llegar a la madurez fisiológica.

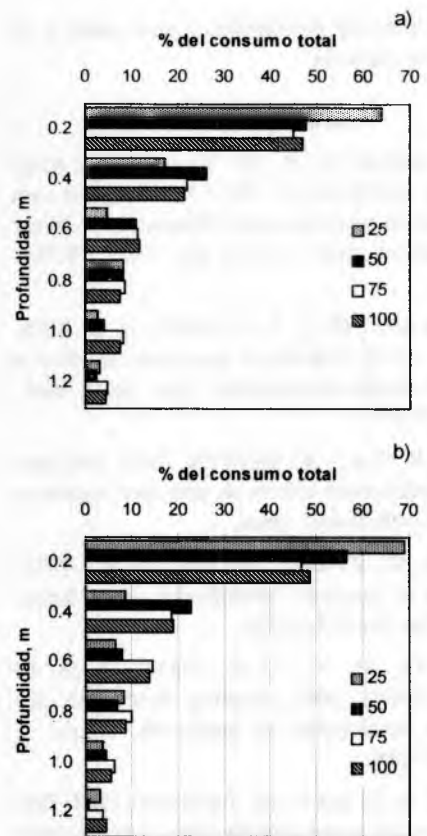


Figura 6: Contribución de cada capa de suelo al consumo acumulado hasta el 25, 50, 75 y 100 % de la estación de crecimiento 1994/95 del cultivo de maíz a) y de soja b).

En la campaña 1994/95 (Figura 6) se produjo un patrón similar al descrito anteriormente, aunque con un mayor aporte al consumo total de la capa 0-0.2 m debido a que se trataba de perfiles de suelo con presencia de tosca a menor profundidad.

Comparando perfiles de suelo con similares profundidades, el cultivo de maíz produjo una mayor variación de almacenaje de agua que soja desde capas profundas del perfil (1.0-1.4 m).

El 90 % del agua consumida por los cultivos a partir de la mitad de la estación de crecimiento, sobre el total aportado por la capa de 0 - 1.2 m, se concentró en el pri-

mer metro de profundidad para maíz y en 0.8 m para soja.

BIBLIOGRAFÍA

ALLMARAS, R. R., W. W. NELSON AND W. B. VOORHEES. 1975. Soybean and corn rooting in south-western Minnesota. I. Water uptake sink. Soil Sci. Soc. Am. Proc.. 39:764-771.

DURRANT, M. J., J. G. LOVE, A. B. MESSER 1973. Growth of crop roots in relation to soil moisture extraction. Ann. Appl. Biol.. 74:387-394.

ECK, H. V y S. R. WINTER. 1992. Soil profile modification effects on corn and sugarbeet grown with limited water.

FEHR, W. R. and C. E. CAVINESS. 1977. Stages of soybean development. Iowa Agric. Exp. Stn. Spec. Rep. 80.

JAAFAR, M. N., L. R. STONE y D. E. GOODRUM 1993. Rooting depth and dry matter development of sunflower. Agron. J. 85:281-286.

JUNG, Y. S. and H. M. TAYLOR. 1984. Differences in water uptake rates and soybean roots associated with time and depth. Soil Sci. 137:341-350.

MAYAKI, W. C., L. R. STONE AND Y. D. TEARE. 1976. Irrigated and nonirrigated soybean, corn and grain sorghum root systems. Agron. J.68:532-538.

RADDER, B. M., A. T. YARGATTIKAR, G. D. RADDER, A. M. CHANDRASEK-

HARAIHA y P.A. SARANGAMATH. 1991. Moisture extraction pattern of *Rabi* crops as influenced by irrigation levels in deep black soils. Fmg. Systems 7 (1 & 2): 8-12.

REICOSKY, D.C. and L.G. HEATHERLY. 1990. Soybean. In Stewart, B.A. and D.R. Nielsen (Eds.). Agronomy N° 30 Madison, USA.

RHOADS, F.M. AND J.M. BENNETT. 1990. Corn. In Stewart, B.A. and D.R. Nielsen (Eds.). Agronomy N° 30 Madison, USA.

RITCHIE, S.W and J.J HANWAY. 1982. How a corn plant development. Iowa state Univ. Coop. Ext.Serv. Spec. Rep. 48.

ROBERTSON, W.K., L.C. HAMMOND, J.T. JOHNSON AND K.J. BOOTE. 1980. Effects of plant-water stress on root distribution of corn, soyabean and peanut in sandy soil. Agron. J. 72:548-550.

SHAW, R. H. 1963. Estimation of soil moisture under corn. Iowa Agric. and Home Econ. Exp. Stn. Res.Bull. 520.

STONE, L.R., I.D. TEARE, C.D. NICKELL and W. C. MAYAKI. 1976. Soyabean root development and soil water depletion. Agron. J. 68:677-680.

Trabajo subsidiado por : Universidad Nacional de Mar del Plata, Universidad de Buenos Aires y EEA INTA Balcarce.