



MONITOREO DE LA HUMEDAD EDÁFICA EN CULTIVOS DE ARÁNDANOS EN EL PEDEMONTE DEL SISTEMA DE TANDILIA

Carlos Godoy

Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Agrarias,
Departamento de Producción Vegetal, Suelos e Ingeniería Rural,
Cátedra de Fruticultura, R.N. 226 km 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina.
E-mail: carlosgodoy@mdp.edu.ar

Recibido: 26/04/19

Aceptado: 23/04/20

RESUMEN

El arándano es un cultivo sensible al estrés hídrico, por lo que resulta fundamental monitorear el contenido de humedad del suelo durante todo su ciclo. El objetivo de este trabajo fue construir modelos característicos de retención de humedad bajo condiciones de campo en distintos sectores de un lote cultivado con arándanos. Para ello, se estimó la humedad volumétrica con una sonda de reflectometría en el dominio temporal o TDR (del inglés "Time Domain Reflectometry"), y el potencial mátrico con tensiómetros. Las mediciones se realizaron en un lote de arándanos plantado en un suelo Argiudol típico en fase fuertemente inclinada, característico de la unidad geomorfológica serrana de la región pampeana, en el que se identificaron dos sectores con diferente textura a profundidad de raíces, franca en el más bajo, y franco-arcillosa en el más alto. La relación entre el potencial mátrico y el contenido de humedad del suelo mostró un comportamiento lineal dentro del rango de potenciales evaluados, habiéndose generado modelos de retención hídrica diferentes para cada sector del lote. Se puso en evidencia que los tensiómetros presentaron mayor precisión en el sector de textura franca.

Palabras clave: textura, "TDR", Tensiómetro

SOIL MOISTURE MONITORING AT BLUEBERRY ORCHARDS IN THE FOOTHILLS OF THE TANDILIA SYSTEM

SUMMARY

Blueberry is a water-stress sensitive crop, so it is essential to monitor the soil moisture content throughout its growing cycle. The objective of this work was to build water retention models under field conditions in different sectors of a plot grown with blueberries. Volumetric humidity was estimated with a time domain reflectometry (TDR) probe, and the matric potential with tensiometers. Measurements were carried out in a plot planted with blueberries on a typical Argiudol soil with an inclined slope, characteristic of the hill geomorphological unit of the Pampean region, in which two sectors with different soil textures at root depth were identified, a loam in the lowest sector, and a clay-loam in the highest. The relationship between the matric potential and the soil moisture content showed a linear behavior within the range of potentials assessed, with different water retention models having been generated for each sector of the plot. It was shown that the tensiometers had greater precision in the loam texture sector.

Key words: texture, TDR, Tensiometer

INTRODUCCIÓN

El arándano es un cultivo sensible a la deficiencia de agua en el suelo, incluso frente a niveles moderados de estrés hídrico (Bryla, 2011). Por ello, resulta afectado durante todo su ciclo, en particular durante el período de desarrollo de los frutos (Mingeau *et al.*, 2001), el que tiene lugar entre fines de octubre y mediados de enero en cultivares de ciclo largo en el sudeste bonaerense. Por lo tanto, es clave monitorear el contenido de humedad del suelo a profundidad de raíces durante todo el ciclo del cultivo.

En tal sentido, los tensiómetros son instrumentos de medición indirecta de la humedad de suelo que, si bien presentan un limitado rango de funcionamiento (límite inferior aproximado de -80 kPa), se adaptan a cultivos sensibles al estrés hídrico, como los arándanos, que requieren que el suelo se mantenga relativamente húmedo, ya sea por un régimen de precipitaciones y/o por un plan de riego apropiados. El tensiómetro mide la tensión de agua del suelo (potencial matricial) en base al intercambio de agua a través de una cápsula cerámica porosa (Shock y Wang, 2011).

Clasificaciones de distintas especies frutales según los potenciales óptimos para su cultivo ubican a los "berries" entre los más exigentes. Así, el potencial hídrico de suelo óptimo para árboles frutales de hoja caduca varía entre -50 y -80 KPa, para vid en particular oscila entre -40 y -100 KPa, en palto se sitúa alrededor de -50 KPa, limonero en -40 KPa, los "berries", más sensibles a la deficiencia de agua en el suelo, requieren entre -20 y -30 KPa (Pizarro, 1996; Wilk *et al.*, 2009).

Por otro lado, la tecnología de la reflectometría en el dominio temporal o TDR (del inglés "Time Domain Reflectometry") se basa en la relación que existe entre el contenido de humedad del suelo y su constante dieléctrica (Whalley, 1993), y permite la medición de la humedad del suelo de manera continua. Con el objetivo de construir modelos característicos de retención de humedad bajo condicio-

nes de campo en distintos sectores de un lote cultivado con arándanos, se empleó una sonda TDR para la determinación de la humedad volumétrica, y tensiómetros para la obtención del potencial mátrico.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un cultivo comercial de arándano alto (*Vaccinium corymbosum*) en producción, situado en Sierra de Los Padres ($37^{\circ} 55' 47''$ S, $57^{\circ} 48' 16''$ W), partido de Gral. Pueyrredón, provincia de Buenos Aires, se realizó un ensayo en un lote plantado con el cv Brigitta, un cultivar de ciclo largo, con un marco de plantación de 3 m entre filas x 1 m entre plantas. El suelo corresponde a un Argiudol típico serie Mar del Plata 26, fase fuertemente inclinada, característico de la unidad geomorfológica serrana de la región pampeana (Panigatti, 2010). El lote está ubicado en una posición elevada de una loma loésica.

Los arándanos fueron plantados sobre camellones de 20 cm de altura y 130 cm de ancho, con dirección NW-SE, a los que anualmente se les incorporó mulch de paja de trigo, manteniéndose una cobertura verde en la interfila. Se empleó riego por goteo con un sistema de doble lateral de tubería para lograr una mayor superficie de mojado del camellón (Pannunzio *et al.*, 2011). Los goteros integrados, a 30 cm entre sí, presentaron un caudal nominal de $1,6$ l h^{-1} . Se aplicó una lámina de riego de alrededor de $1,5$ mm $día^{-1}$. Se registró una conductividad del agua de riego de $0,8$ dS m^{-1} en promedio. Se muestreó separadamente el suelo de los camellones correspondientes al sector más alto y relativamente más bajo del lote (desde el punto de vista topográfico), a profundidad de raíces (30 cm). Las muestras fueron enviadas al laboratorio de física de suelos de la EEA INTA Balcarce para determinar la densidad aparente (Da) por medio del método del cilindro (6 muestras de cada sector del lote) y la textura mediante el método de la pipeta de Robinson (sendas muestras compuestas de 5 submues-

tras). Con los datos de densidad aparente, se calculó la porosidad total (PT) según la siguiente ecuación:

$$PT (\%) = (1 - D_a / D_r) \times 100$$

donde D_r (densidad real) = $2,65 \text{ g cm}^{-3}$

La humedad del suelo fue determinada desde finales de octubre hasta principios de enero con una frecuencia semanal mediante el empleo, en cada sector del lote, de un juego de dos tensiómetros (Irrrometer, Irrrometer Company, Riverside, Ca) colocados a 20 y 30 cm de profundidad, respectivamente; y de dos pares de varillas de una sonda TDR (Trase System, Model 6050X1, Soil Moisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA, USA). Las varillas fueron enterradas entre dos plantas a una profundidad de 30 cm en el camellón, próximas a los tensiómetros, procurando un íntimo contacto con el suelo.

A fin de determinar la retención del agua del suelo de los camellones, se calculó la regresión entre la humedad volumétrica (θ_v) obtenida con la sonda TDR, previamente calibrada con el método gravimétrico, y el potencial mátrico (ψ_m), obtenido a partir del promedio de la lectura de los tensiómetros a sendas profundidades de suelo, según:

$$\psi_h = \psi_m + \psi_g$$

donde:

ψ_h : potencial hídrico (lectura tensiométrica, en KPa)

ψ_m : potencial mátrico

ψ_g : potencial gravitacional

siendo el $\psi_g = 2,5 \text{ KPa}$ (profundidad media del juego de tensiómetros = 25 cm; 0,1 metro de columna de agua (mca) = 1 KPa)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La textura del suelo disturbado de los camellones resultó diferente en los distintos sectores del lote evaluado, el sector alto presentó una textura franco arcillosa/franco arci-

llo limosa (22% ar, 51% li, 27% ac), y el sector más bajo una textura franca (49% ar, 29% li, 22% ac). La densidad aparente del suelo de los camellones del sector bajo del lote fue de $1,30 \text{ g cm}^{-3}$, en tanto que la densidad del sector alto resultó de $1,16 \text{ g cm}^{-3}$. La porosidad total resultó significativamente diferente ($p=0,001$) entre ambos sectores del lote, el sector bajo presentó una porosidad total de 51 %, correspondiéndole 56 % al sector alto del lote; de textura más fina.

En términos generales, en la provincia de Buenos Aires la erosión hídrica afecta al área del sistema serrano de Tandilia (Ares *et al.*, 2012). Tratándose de una fase fuertemente inclinada y, como consecuencia de un uso agrícola previo, el suelo fue sometido a un proceso de erosión hídrica, que condujo el deterioro del epipedón mólico. En el sector alto del lote evaluado, susceptible a la erosión, el levantamiento de los camellones durante los trabajos de pre-plantación habría incorporado parte del horizonte argílico sub-superficial, lo que sería la causa de la textura más fina del suelo disturbado de los camellones.

Las regresiones entre la tensión matricial y el contenido de humedad volumétrica (Figura 1) son altamente significativas en ambos casos ($p<0,001$), por lo que las lecturas tensiométricas están directamente relacionadas con el contenido de agua del suelo. Ambos modelos presentan un buen ajuste, tal como se deriva de sus coeficientes de determinación, evidenciando un comportamiento lineal dentro del rango de potenciales mátricos evaluados.

Tratándose de diferentes modelos de retención hídrica, un mismo valor de tensión matricial, obtenido a partir del tensiómetro, se corresponde con distintos contenidos de humedad volumétrica según la textura del suelo. En el caso del sector alto del lote, con camellones de textura más fina, se observa que los tensiómetros no presentan adecuada sensibilidad, ya que un acotado rango de potenciales mátricos (-1 a -4 KPa) explica dife-

rencias de alrededor del 15 % en el contenido hídrico del suelo (Figura 1).

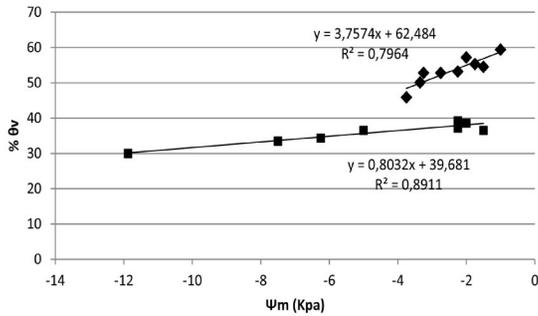


Figura 1. Regresiones lineales entre el contenido de humedad volumétrica (% θ_v) y la tensión matricial (ψ_m) correspondientes al sector más alto (rombos) y al sector más bajo (cuadrados) del lote evaluado.

El monitoreo de la humedad del suelo en los distintos sectores del lote mediante la sonda TDR y los tensiómetros puso en evidencia que el contenido de agua del suelo a profundidad de raíces se mantuvo elevado durante todo el período evaluado, correspondiente a la primavera (Figura 2). Es más, en el sector más alto los camellones se encontraron próximos a la saturación.

La pertinencia de los tensiómetros para monitorear la humedad del suelo en el cultivo de arándanos ha sido evaluada en otras condiciones. Así, en un suelo de textura arenosa (cuarzipsament típico), se determinó que el mayor crecimiento de los arándanos tuvo lugar a un potencial mátrico estimado de -8 KPa (Haman *et al.*, 1997). En general, se conside-

ra que la capacidad de campo se alcanza en suelos arenosos alrededor de los -10 KPa, si bien para dichos suelos en particular ha sido calculada en -20 kPa (Zekri y Parsons, 1999), por lo que el potencial óptimo para el cultivo de arándanos en dichas condiciones resultó mayor que el potencial matricial correspondiente a capacidad de campo. En los suelos Argiudoles típicos, por otra parte, dada su textura, la capacidad de campo se alcanza a un potencial mátrico de -33 kPa. Si se considera un paralelismo con el cultivo de arándanos en el mencionado suelo arenoso, en el caso de Argiudoles típicos se plantea que el potencial óptimo para los arándanos también se presenta a un potencial superior al de capacidad de campo.

Para los arándanos plantados en suelos Argiudoles típicos, se sugiere un potencial hídrico óptimo para su cultivo de alrededor de -20 KPa (lectura tensiométrica = 20 cbar). Dicho valor debe ser corroborado con mediciones de las relaciones hídricas de las plantas (potencial hídrico foliar y xilemático, contenido relativo de agua y conductancia estomática).

CONCLUSIONES

En los sectores alto y bajo de un lote cultivado con arándanos se obtuvieron diferentes modelos de retención de humedad. Este comportamiento se debió probablemente a diferencias en textura del suelo y porosidad total, de tal manera que un mismo valor de

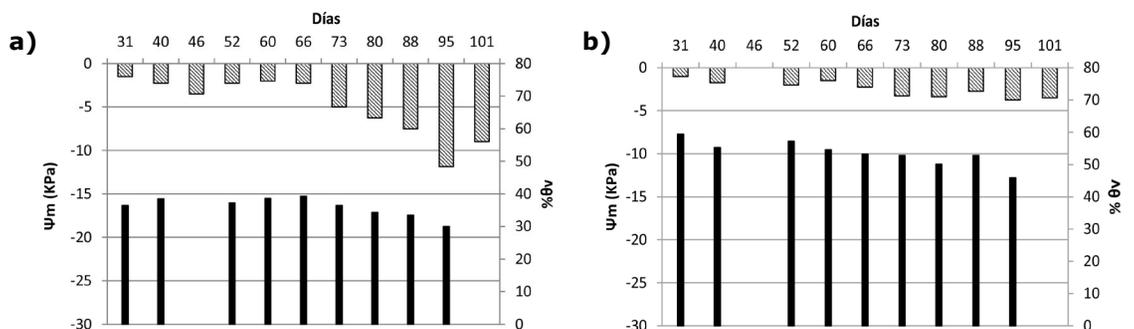


Figura 2. Tensión matricial (ψ_m) y contenido de humedad volumétrica (% θ_v) durante el período evaluado en los diferentes sectores del lote: a) sector más bajo; b) sector más alto. Días a partir del 1° octubre.

tensión matricial -obtenido a partir de los tensiómetros- se correspondió con distintos contenidos de humedad volumétrica. En ambos sectores, las lecturas tensiométricas estuvieron directamente relacionadas con el contenido de agua del suelo, si bien los tensiómetros mostraron mayor precisión en el sector de textura franca.

AGRADECIMIENTO

El autor desea agradecer a la Srta. Soledad Virasoro por haberle permitido realizar el experimento en su establecimiento frutícola "Campos Dulces", situado en Sierra de los Padres.

BIBLIOGRAFÍA

- Ares, M.G., Chagas, C., Varni, M y Cazenave, G. (2012). Producción de sedimentos en una microcuenca agrícola del partido de Azul. *XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo*. Mar del Plata, Argentina.
- Bryla, D.R. (2011). Crop evapotranspiration and irrigation scheduling in blueberry. In G. Gerosa (Ed.), *Evapotranspiration – From Measurements to Agricultural and Environmental Applications* (pp. 167-186), Rijeka, Croatia: InTech.
- Haman, D. Z., Smajstrla, A. G., Pritchard, R. T. y Lyrene, P. M. (1997). Response of young blueberry plants to irrigation in Florida. *HortScience* 32 (7), 1194-1196.
- Mingeau, M., Perrier, C. y Améglio, T. (2001). Evidence of drought-sensitive periods from flowering to maturity on highbush blueberry. *Scientia Horticulturae* 89, 23-40.
- Panigatti, J.L. (2010). *Argentina 200 años 200 suelos*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA.
- Pannunzio, A., Vilella, F., Texeira, P. y Premuzik, Z. (2011). Impacto de los sistemas de riego por goteo en arándanos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15 (1), 3-8.
- Pizarro Cabello, F. (1996). *Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF): goteo, microaspersión, exudación*. Madrid, España: Mundi-Prensa,
- Shock, C.C. y Wang, F-X. (2011). Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship. *HortScience* 46, 178-185.
- Whalley, W.R. (1993). Considerations on the use of time-domain reflectometry (TDR) for measuring soil water content. *Journal of Soil Science* 44, 1-9.
- Wilk, P., Carruthers, G., Mansfield, C. y Hood, V. (2009). Irrigation and moisture monitoring in blueberries. *Primefact* 827, 1-10.
- Zekri M. y Parsons, L.R. (1999). Determination of field capacity in a Florida sandy soil and drainage time at different depths. *Hort Technology* 9, 258-261.