

Recibido 27 de agosto de 2018 // Aceptado 18 de enero de 2019 // Publicado online 07 de abril de 2021

# Análisis de la disponibilidad de agua útil del suelo en plantaciones de kiwi (*Actinidia deliciosa* A. Chev) del sudeste bonaerense

DAVID, M.A.<sup>1</sup>; LIGIER, H.D.<sup>1</sup>; SÁNCHEZ, E.E.<sup>1</sup>

## RESUMEN

El sudeste de la provincia de Buenos Aires concentra la mitad de la superficie plantada con kiwi en Argentina. Los productores de la zona no disponen de un plan de riego acorde a las características del suelo que permita usar racionalmente el agua. El objetivo de este trabajo fue analizar la disponibilidad de agua útil de 14 campos cultivados con kiwi "Hayward", localizados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur, y relacionarlas con el tipo de suelo, como un aporte para mejorar el riego de este frutal en la región. Entre octubre y noviembre de 2016, se tomaron muestras de suelo en un lote de cada campo a 0-20 y 20-40 cm de profundidad, donde predomina la mayor concentración y distribución de raíces. Se calculó el agua útil (AU) del suelo determinando su capacidad de campo (CC) a 0,33 atm, punto de marchitez permanente (PMP) a 15 atm y densidad aparente (Dap). Otras determinaciones incluyeron textura y carbono orgánico total. Los suelos presentaron valores promedio de CC de 30,8 y 30,5%, de PMP de 16,0 y 14,9%, y de Dap de 1,2 y 1,3 g/cm<sup>3</sup> en los 0-20 y 20-40 cm de profundidad, respectivamente. La lámina de AU en los 40 cm del perfil del suelo promedió los 74,9 mm. Estos valores se correspondieron con suelos francos y con contenidos de materia orgánica (MO) del 5,2 y 4,7% en los 0-20 y 20-40 cm, respectivamente. Se concluye que la capacidad de retención de agua entre sitios y profundidades fue similar debido a la textura franca y alto contenido de MO de todos los suelos evaluados. Esta información es de utilidad para realizar un manejo más eficiente del riego en las plantaciones de kiwi.

**Palabras clave:** capacidad de campo, punto de marchitez permanente, densidad aparente, textura, materia orgánica.

## ABSTRACT

*The southeast of Buenos Aires province concentrates half of the area planted with kiwifruit in Argentina. Producers in this region have no irrigation program in line with soil properties to ensure a more rational use of water. The objective of this work was to determine water constants of 14 fields cultivated with "Hayward" kiwifruit located in the area of Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar and Mar del Sur, and relate them with soil type, as a contribution to improve the irrigation of this fruit in the area.*

*Between October and November of 2016, soil samples were taken from each field at a depth of 0-20 and 20-40 cm, where the highest concentration and distribution of roots are found. Available water (AW) was determined by measuring field capacity (FC) at 0.33 atm, permanent wilting point (PWP) at 15 atm and bulk*

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, ruta 226 km 73,5 (7620), Balcarce, Buenos Aires. Correo electrónico: david.maria@inta.gov.ar

density (BD). Other analyses included soil texture and total organic carbon. Soils showed average FC values of 30.8 and 30.5%, PWP values of 16.0 and 14.9%, and BD values of 1.2 and 1.3 g/cm<sup>3</sup> at soil depths of 0-20 and 20-40 cm, respectively. AW in the 40 cm of the soil profile averaged 74.9 mm. These values corresponded with loam soils and organic matter (OM) contents of 5,2 and 4,7% at 0-20 and 20-40 cm, respectively. It is concluded that water holding capacity found between sites and depths were similar due to the loam soil texture and high OM content of all the evaluated soils. This information is useful for a more efficient management of irrigation in kiwi orchards.

**Keywords:** field capacity, permanent wilting point, bulk density, texture, organic matter.

## INTRODUCCIÓN

La planta de kiwi de pulpa verde (*Actinidia deliciosa* A. Chev) es una trepadora originaria de China que se insertó en la Argentina a fines de los 80. Recién adquirió mayor importancia a partir de 2004, cuando se produjo un gran incremento de la superficie implantada. El cultivo se desarrolló principalmente en el norte de la provincia de Buenos Aires (La Plata, San Pedro y Baradero) y en el sudeste (partidos de General Pueyrredón, Gral. Madariaga, Gral. Alvarado, Balcarce y Mar Chiquita) (Benés *et al.*, 2014). En el sudeste bonaerense hay actualmente 530 ha cultivadas con kiwi, distribuidas entre poco más de 30 productores (Yommi, comunicación personal). Allí se concentra prácticamente el 50% de la superficie con kiwi del país (Benés *et al.*, 2014).

Uno de los aspectos para resolver en la zona es el riego, labor cultural indispensable puesto que el kiwi es muy susceptible tanto al déficit (Xiloyannis *et al.*, 2012) como al exceso de agua (Hughes y Wilde, 1989). La falta de agua en verano, luego del cuajado del fruto y a lo largo de su desarrollo, reduce significativamente la producción (García Rubio y García González de Lena, 2010).

Según datos recientes, los productores utilizan el sistema de riego por goteo (37%), microaspersión (45%) o la combinación de ambos (18%) (Yommi *et al.*, 2017). Sin embargo, no disponen de un plan de riego acorde a las características del suelo, sino que realizan la operación arbitrariamente, dos o tres veces por día. Un buen diseño y manejo del riego permitiría una mayor eficiencia en el uso del agua. Para ello se debe considerar la arquitectura radical del cultivo en los suelos del sudeste bonaerense, con el fin de reponer la humedad del suelo hasta la profundidad de máxima exploración de raíces (Comité del kiwi, 2010).

Las plantas de kiwi presentan un sistema de raíces con una baja dominancia del ápice radical y un gran número de raíces laterales fibrosas que a su vez se van subdividiendo (Xiloyannis *et al.*, 1993 y 2012). Estudios recientes realizados en campos del sudeste bonaerense concluyeron que la distribución de raíces de kiwi se concentró en los primeros 40 cm del suelo, coincidiendo en que el cultivo presenta un sistema radical superficial (David *et al.*, 2017).

Esos estudios preliminares sientan las bases para evaluar en la zona las constantes hídricas capacidad de campo

(CC), punto de marchitez permanente (PMP) y lámina de agua útil (AU) o disponible para las plantas en el volumen de suelo explorado por las raíces. La magnitud de dichas constantes se relaciona con las propiedades del suelo, dependiendo principalmente del contenido de materia orgánica (MO) y la textura, las cuales determinan su estructura y densidad aparente (Dap) (Comité del kiwi, 2010). La Dap es además un indicador de la compactación del suelo (Keller y Hakansson, 2010).

El riego debe realizarse tratando de cubrir el total del AU del suelo, de modo que su humedad permanezca lo más cercana a la CC, y nunca se encuentre por debajo del PMP (Xiloyannis *et al.*, 2012). Medina *et al.* (2017) mencionan valores de CC de 9 a 35% y de PMP de 4 a 17%, para suelos arenosos y arcillosos, respectivamente. Por una parte, Buchner *et al.* (1994) mencionan valores de AU de 0,67 a 1,17 mm/cm para suelos franco arenosos, y de 0,83 a 1,5 mm/cm para suelos francos. McIntosh (2009) observó valores de AU de 1,9 a 2,6 mm/cm en suelos franco arenosos de Nueva Zelanda cultivados con kiwi. Por otra parte, Viville *et al.* (1986) y Hudson (1994) observaron para suelos de diferente textura, importantes incrementos del AU al aumentar la MO del suelo.

Determinar las constantes hídricas del suelo en el sudeste bonaerense permitiría a los productores mejorar la operación de riego, que hasta el presente se realiza sin ningún tipo de observación del estado hídrico del suelo ni de la distribución radical. Conocer la lámina de AU permitiría determinar el tiempo de riego según el caudal del microaspersor o gotero. A su vez, los tensiómetros podrían utilizarse de manera más precisa según los valores de CC y PMP. A partir de lo mencionado, el objetivo de este trabajo fue analizar la disponibilidad de agua útil de 14 campos cultivados con kiwi "Hayward", localizados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur, y relacionarlas con el tipo de suelo, como un aporte para mejorar el riego de este frutal en la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se visitaron 14 campos de productores de kiwi (*A. deliciosa* "Hayward") del sudeste bonaerense que cubrían un amplio radio geográfico, incluyendo Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur. En lotes (si-

tios) seleccionados, se tomaron muestras compuestas de suelo de los lomos sobre los que están dispuestas las plantas de kiwi, a las profundidades de 0-20 y 20-40 cm, debido a que se corresponde con la profundidad más frecuente que alcanzaron las raíces en estudios previos. Se obtuvieron 28 muestras totales.

Las muestras fueron enviadas al laboratorio de Suelos del INTA Pergamino para determinar las constantes hídricas del suelo correspondientes a CC (%: g de agua/100 g de suelo), PMP (%: g de agua/100 g de suelo), textura (clasificación textural y % de arcilla, limo y arena) y carbono orgánico total (COT, g/kg de suelo). La CC se determinó con olla extractora de presión a 0,33 atm, el PMP con placa extractora de presión Richards a 15 atm, la textura con pipeta Robinson y el COT mediante combustión húmeda por el método de Walkley y Black (Walkley y Black, 1934).

Luego se extrajeron muestras simples con cilindros de volumen conocido para determinar la Dap a las mismas profundidades. Las 28 muestras obtenidas se llevaron a estufa durante 72 h a 105 °C para calcular su peso seco. Por una parte, la Dap se calculó como:

$$\text{Dap (g/cm}^3\text{)} = \text{peso seco del suelo contenido en el cilindro/volumen del cilindro}$$

Con las constantes hídricas obtenidas para cada muestra se calculó el AU como:

$$\text{AU (\%: cm}^3\text{ de agua/100 cm}^3\text{ de suelo)} = (\text{CC (\%)} - \text{PMP (\%)}) \times \text{Dap (g/cm}^3\text{)}$$

Las unidades de AU volumétrica (cm<sup>3</sup> de agua/100 cm<sup>3</sup> de suelo) equivalen a mm de agua/10 cm de profundidad del suelo/ha. Así, se multiplicaron los resultados obtenidos por 2 para obtener la lámina de AU en los 20 cm de profundidad de cada muestra. Finalmente, se determinó la lámina de AU en el perfil total ocupado por las raíces como la suma del AU en los 0-20 y 20-40 cm.

Por otra parte, el COT (kg/ha) se calculó como:

$$\text{COT (kg/ha)} = \text{COT (g/kg)} \times \text{Dap (kg/ha)} \times 1 \text{ kg /1000 g, donde}$$

$$\text{Dap (kg/ha)} = \text{Dap (g/cm}^3\text{)} \times 2.10^9 \text{ cm}^3\text{/ha} \times 1 \text{ kg/1000 g}$$

La MO (%) se calculó como:

$$\text{MO (\%: g/100 g de suelo)} = \text{COT (g/100 g de suelo)} \times 1,724$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Textura del perfil

Los suelos de los sitios evaluados se caracterizaron por presentar en ambas profundidades una clase textural franca (tabla 1). Solo los sitios 9 y 12 presentaron en los primeros 20 cm de profundidad una textura franco-arenosa y franco-limosa, respectivamente. En cambio, en los 20-40 cm de profundidad, los sitios 7 y 12 fueron la excepción y presentaron una textura franco-arcillo-arenosa y franco-limosa, respectivamente. El espesor del horizonte A se observó engrosado (tabla 1) debido al alomado sobre el cual se instaló el cultivo.

### Constantes hídricas del perfil

Los suelos muestreados en los 14 sitios presentaron valores promedio de CC de 30,8 ± 2,9 en los 0-20 cm y 30,5 ± 3,2% en los 20-40 cm de profundidad del suelo (tabla 2). Los valores promedio de PMP fueron de 16,0 ± 2,5 en los 0-20 cm y 14,9 ± 2,4% en los 20-40 cm del suelo (tabla 3). Teniendo en cuenta los valores de referencia mencionados por Medina *et al.* (2017), los resultados obtenidos son acordes a la textura intermedia o franca de los suelos evaluados.

La Dap promedio en las dos profundidades muestreadas fueron muy similares: 1,2 ± 0,1 g/cm<sup>3</sup> a 0-20 cm de profundidad, y 1,3 ± 0,1 g/cm<sup>3</sup> a los 20-40 cm (tabla 4). Suelos francos con una Dap de 1,4 g/cm<sup>3</sup> no presentan aún problemas de compactación (Antúnez *et al.*, 2015), y la Dap registrada estuvo por debajo de los niveles de compactación que limitan el desarrollo radicular y la productividad del cultivo. De todos modos, teniendo en cuenta la concentración de las raíces del cultivo de kiwi en los primeros 40 cm de profundidad del suelo, es de suma importancia atenuar los procesos que incrementen la compactación excesiva tanto superficial como subsuperficial, caso contrario se reducirá el AU del suelo. En este sentido, incorporar mulch a los lomos o mantenerlo con vegetación mantendría una Dap óptima del suelo (Pound, 1998; Zribi *et al.*, 2011).

Los valores de AU para los 40 cm del perfil del suelo promediaron los 74,9 mm (tabla 5), o 748 m<sup>3</sup>/ha. Xiloyannis *et al.* (1993) observaron valores mucho menores en plantaciones de kiwi en Italia, de 18 a 135 m<sup>3</sup>/ha. Esto se debería a las diferencias en la textura del suelo, ya que los contenidos de arcilla (12 y 20,5% en 0-20 y 20-40 cm respectivamente) registrados por dichos autores fueron mucho menores y los contenidos de arena (74 y 65,5%) mucho mayores a los obtenidos en el sudeste bonaerense, lo cual reduce

Profundidad (cm)	Textura	Arcilla (%)	Arena (%)	Limo (%)	n
0-20	Franco	21,5 ± 2,9	42,5 ± 4,5	36,0 ± 4,5	12
20-40	Franco	21,5 ± 2,9	42,3 ± 5,8	36,2 ± 6,1	12

**Tabla 1.** Textura, contenido de arcilla, arena y limo (%) promedio del suelo de 12 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense para dos profundidades, 2016. Los promedios para los 0-20 cm de profundidad excluyen los sitios 9 y 12, de textura franco-arenosa y franco-limosa respectivamente. Para los 20-40 cm, los promedios excluyen los sitios 7 y 12, de textura franco-arcillo-arenosa y franco-limosa respectivamente.

Profundidad (cm)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	$\bar{x}$	Sd	CV
0-20	31,2	29,1	27,5	34	30,2	28,9	35,5	29,7	25,1	32,8	33,1	33,5	28,6	32,7	30,8	2,9	9,4
20-40	35,8	29,9	28,1	32	26,8	26,9	32,1	33,3	25,8	29,8	32,3	33,9	27,3	33,5	30,5	3,2	10,4

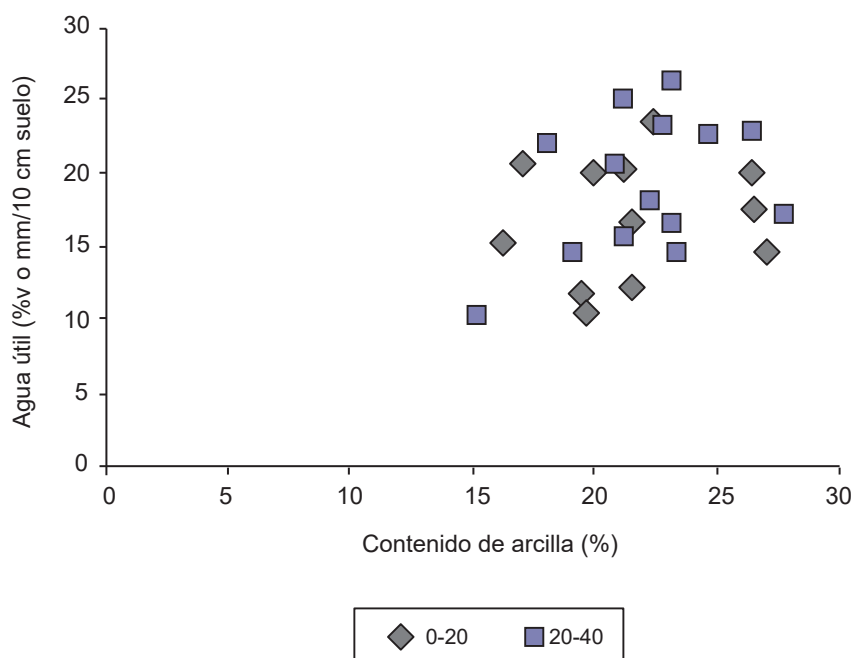
**Tabla 2.** Capacidad de campo (CC, %: gramos de agua/100 gramos de suelo) en dos profundidades del suelo para 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.  $\bar{x}$ : media, Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación.

Profundidad (cm)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	$\bar{x}$	Sd	CV
0-20	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,1	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	0,1	9,4
20-40	1,3	1,5	1,4	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,1	1,3	1,1	1,1	1,3	1,3	0,1	9,3

**Tabla 3.** Punto de Marchitez permanente (PMP, %: gramos de agua/100 gramos de suelo) en dos profundidades del suelo para 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.  $\bar{x}$ : media, Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación.

Profundidad (cm)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	$\bar{x}$	Sd	CV
0-20	1,3	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,1	1,3	1,1	1,2	1,1	1,2	0,1	9,4
20-40	1,3	1,5	1,4	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,1	1,3	1,1	1,1	1,3	1,3	0,1	9,3

**Tabla 4.** Densidad aparente (Dap, g/cm<sup>3</sup>) en dos profundidades del suelo para 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.  $\bar{x}$ : media, Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación.



**Figura 1.** Relación entre el contenido de arcilla (%) y el agua útil (%) en dos profundidades del suelo (0-20 y 20-40 cm). Los valores se corresponden con 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.

el AU del suelo. Las partículas finas del suelo retienen con más fuerza el agua que contiene, por lo que cuanto mayor es el contenido de arcilla, mayor será el AU del suelo (Antúnez *et al.*, 2015). En este sentido, en el presente estudio se observó una tendencia a incrementarse el AU del suelo al aumentar su contenido de arcilla, independientemente de la profundidad (fig. 1). Esta relación no fue más pronunciada debido probablemente a las escasas diferencias texturales entre sitios.

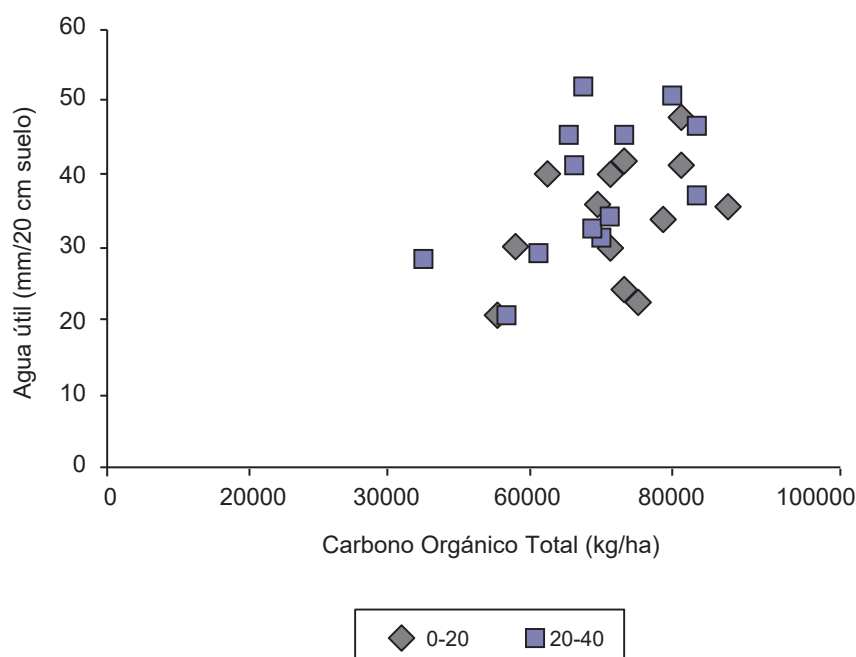
Los registros de AU obtenidos en los 0-20 cm fueron, en promedio, de 1,75 mm/cm, mientras que en los 20-40 cm de 1,95 mm/cm (tabla 5). Estos fueron menores a los observados por McIntosh (2009) en suelos franco-arenosos, a pesar de la textura más fina de los suelos evaluados en el sudeste bonaerense. Esto se debe probablemente a que los suelos evaluados por McIntosh presentaron valores de Dap de 0,74 a 1,15 g/cm<sup>3</sup>, menores en comparación a los obtenidos en este estudio. Sin embargo, los valores de AU obtenidos fueron mayores a los mencionados por Buchner *et al.* (1994) para suelos francos, seguramente por diferencias en la MO o Dap.

### MO del perfil y COT

Por una parte, los valores de MO en los 0-20 cm de profundidad del suelo promediaron el  $5,2 \pm 0,6\%$ , mientras que en los 20-40 cm el  $4,7 \pm 0,5\%$ . Los suelos del sudeste se caracterizan por un alto contenido de MO. A su vez, los valores de COT en los 40 cm de profundidad del suelo oscilaron entre 99000 y 164000 kg/ha. Por otra parte, se observó una tendencia a incrementarse el AU del suelo al aumentar el COT (kg/ha) (fig. 2). Estos resultados no coinciden totalmente con lo observado por Viville *et al.* (1986) y Hudson (1994), quienes vieron un gran aumento del AU al incrementarse la MO del suelo. Rawls *et al.* (2003) y Minasny y McBratney (2018) compararon el efecto de la incorporación de carbono orgánico sobre el AU de suelos de diferentes texturas. Observaron un efecto mínimo en suelos arcillosos, mientras que el mayor incremento del AU se observó en los suelos arenosos. Concluyeron que esto se debería a la formación de macroagregados en los suelos con poros de mayor tamaño. Probablemente, en este estudio los suelos francos evaluados no permitieron hallar una relación más fuerte entre el COT y el AU.

Profundidad (cm)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	$\bar{x}$	Sd	CV
0-20	40,5	35,9	24,1	35,3	30,2	33,2	40	40,2	41,6	30,5	47,3	29,7	26,3	40,6	35,4	6,6	18,7
20-40	50,7	45,5	36,4	45,6	28,9	31,2	32,8	41,3	44,2	32,5	46,6	34	31,2	52,1	39,5	7,9	20

**Tabla 5.** Agua útil (AU, mm) en dos profundidades del suelo para 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.  $\bar{x}$ : media, Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación.



**Figura 2.** Relación entre el carbono orgánico total del suelo (kg/ha) y el agua útil (mm/20 cm de suelo) en dos profundidades del suelo (0-20 y 20-40 cm). Los valores se corresponden con 14 sitios pertenecientes a plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.



## Vinculación al sistema de riego

Si bien los valores de AU fueron altos, lo recomendable es mantener el contenido de agua del suelo cercano a CC, aplicando el riego (tanto por goteo como por aspersión) cuando el AU se reduce en un 20%. En el sitio 12, por ejemplo, cuyo marco de plantación es de 4 x 4 m, se aplica riego por microaspersión. Los aspersores tienen un caudal de 30 l/h, por lo que teniendo en cuenta el AU en los 40 cm del perfil del suelo (63,8 mm), necesitaría regarse durante 6 horas con 200 l si se redujo el AU en un 20%. En el sitio 8, cuyo marco de plantación es de 5 x 5 m, se aplica riego por goteo. Los goteros tienen un caudal de 1,6 l/h y están separados a 33 cm, por lo que considerando el AU en los mismos 40 cm de profundidad (81,6 mm), se necesitaría regar durante 1,12 h con un total de 54 l para recuperar un 20% de AU.

Es notorio el ahorro de agua que surge de aplicar riego por goteo comparado con la microaspersión. De todos modos, se debe tener en cuenta que el primero incorpora agua al suelo en una superficie pequeña, y no considera la distribución horizontal de las raíces de las plantas, a diferencia de la microaspersión. Se debería estudiar dicha distribución para ver qué proporción de raíces queda sin cubrir con el goteo y la necesidad de complementar con microaspersión.

## CONCLUSIONES

El presente trabajo permitió conocer las constantes hídricas de la zona del sudeste bonaerense, incluyendo sitios localizados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur. Dichas constantes fueron muy similares en los distintos sitios y en las dos profundidades de suelo evaluadas. La CC fue en promedio de 30,8 y 30,5%, mientras que el PMP fue de 16,0 y 14,9% en los 0-20 y 20-40 cm de profundidad, respectivamente. La Dap fue prácticamente igual entre sitios y en las dos profundidades, de 1,2 y 1,3 g/cm<sup>3</sup> promedio en los 0-20 y 20-40 cm, respectivamente. Esto trajo aparejados valores de AU también similares, de 35,4 y 39,5 mm en las mismas profundidades.

Las escasas diferencias halladas se debieron principalmente a que casi todos los sitios presentaron en ambas profundidades una textura franca, con un promedio de 21% de arcilla, 42% de arena y 36% de limo. Además, los valores promedio de MO de todos los suelos evaluados de la zona fueron muy altos, de 5,2 y 4,7% en los 0-20 y 20-40 cm de profundidad, respectivamente.

Las constantes hídricas evaluadas en este estudio son necesarias para contribuir a un manejo racional del riego en las plantaciones de kiwi del sudeste bonaerense. El AU promedio en los 40 cm de profundidad del suelo (donde predominó la mayor concentración y distribución de raíces) fue de 74,9 mm. El riego se debe realizar de manera de reponer esa lámina de agua, para lo cual es necesario el uso de instrumentos de medición correctamente calibrados para este tipo de suelos, francos y ricos en MO. En la zona, los productores utilizan tensiómetros debido a que son sen-

cillos de utilizar. Se debe considerar los valores de CC y PMP hallados en ambas profundidades para mantener el contenido de agua del suelo lo más cercano a la CC.

Finalmente, se destaca la importancia de atenuar procesos que incrementen la compactación excesiva, tanto superficial como subsuperficial, para evitar la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua del suelo.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se encuentra enmarcado dentro del proyecto específico INTA PNFRU 1105082 "Superación de brechas tecnológicas que limitan la calidad en las cadenas frutícolas".

## BIBLIOGRAFÍA

- ANTÚNEZ, A.; FELMER, S.; VIDAL, M.; MORALES, R.; COZ, E.; FUENTES, F. 2015. Propiedades físico-hídricas del suelo en el cultivo del maíz grano. En: ANTÚNEZ, A.; VIDAL, M.; FELMER, S.; GONZÁLEZ, M. (Eds.). Riego por Pulsos en Maíz Grano. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Rengo, Chile. 31-50 pp.
- BENÉS, G.; VITERI, M.L.; YOMMI, A. 2014. Kiwi marplatense: un negocio innovador. Trabajo completo. IV Congreso Regional de Economía Agraria y XLV Reunión Anual de la AAEA, Buenos Aires. (Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/317570180\\_KIWI\\_MARPLATENSE\\_TRAYECTORIA\\_DE\\_UN\\_NEGOCIO\\_INNOVADOR](https://www.researchgate.net/publication/317570180_KIWI_MARPLATENSE_TRAYECTORIA_DE_UN_NEGOCIO_INNOVADOR) verificado: 02 de mayo de 2018).
- BUCHNER, R.P.; GOLDHAMER, D.A.; SHAW, D.A. 1994. Irrigation scheduling. En: HASEY, J.K.; JOHNSON, R.S.; GRANT, J.A.; REIL, W.O. (Eds.). Kiwifruit growing and handling. UCANR Publications, University of California, Oakland, California, EUA. 43-49 pp.
- COMITÉ DEL KIWI. 2010. Riego en kiwi. En: KÖHLER, E.; DONOSO, P. (Eds.). Manual de producción del kiwi chileno. Chile. 177-199 pp.
- DAVID, M.A.; LIGIER, D.; SÁNCHEZ, E. 2017. Estudios preliminares orientados a un uso eficiente del agua de riego. Segunda Reunión de Kiwi, AER INTA Mar del Plata.
- GARCÍA RUBIO, J.C.; GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA, G. 2010. Guía para el cultivo de kiwi. (Disponible: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=5235> verificado: 02 de mayo de 2018).
- HUDSON, B.D. 1994. Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation* 49, 189-194.
- HUGHES, K.A.; WILDE, R.H. 1989. The effect of poor drainage on the root distribution of kiwifruit vines. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 17, 239-244.
- KELLER, T.; HÅKANSSON, I. 2010. Estimation of reference bulk density from soil particle size distribution and soil organic matter content. *Geoderma* 154, 398-406.
- MCINTOSH, J. 2009. Kiwifruit and dairying effects on shallow groundwater. *Environment Bay of Plenty* 6. 38 p.
- MEDINA, L.; ELLENA, M.; SANDOVAL, P.; GONZÁLEZ, A.; AZÓCAR, G. 2017. El avellano europeo en Chile: Riego. INIA, Chile. (Disponible: <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR39143.pdf> verificado: 25 de abril de 2018).
- MINASNY, B.; MCBRATNEY, A.B. 2018. Limited effect of organic matter on soil available water capacity. *European Journal of Soil Science* 69, 39-47.
- POUND, BARRY. 1998. Cultivos de Cobertura para la Agricultura Sostenible en América. (Disponible: <http://www.fao.org/ag/>

AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Pound7.htm verificado: 25 de abril de 2018).

RAWLS, W.J.; PACHEPSKY, Y.A.; RITCHIE, J.C.; SOBECKI, T.M.; BLOODWORTH, H. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. *Geoderma* 116, 61-76.

VIVILLE, D.; AMBROISE, B.; KOROSEK, B. 1986. Variabilité spatiale des propriétés texturales et hydrodynamiques des 5015 dans le bassin versant du Ringelbach (Vosges, France). En: VOGT, H.; SLAYMAKER, O. (Eds.). *Erosion Budgets and their Hydrologic Basis*. Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd, vol. 60. G. Borntraeger, Berlin. 2140 p.

WALKEY, A.; BLACK, I.A. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37: 29-38.

XILOYANNIS, C.; MASSAI, R.; PICCOTINO, D.; BARONI, G.; BOVO, M. 1993. Method and technique of irrigation in relation to root system characteristics in fruit growing. *Acta Horticulturae* 335, 505-511.

XILOYANNIS, C.; MONTANARO, G.; DICHIO, B. 2012. Chapter 5. 14 Kiwifruit. En: *FAO Irrigation and drainage paper 66. Crop yield response to water*, Food and Agriculture. Organization of the United Nations. 350-358 pp.

YOMMI, A.K.; VITERI, M.L.; BENÉS, G.; MURRAY, R.; ROSENSTEIN, S. 2017. Pasado y presente de los sistemas de riego en plantaciones de kiwi del sudeste de la Provincia de Buenos Aires. Segunda Reunión de Kiwi, AER INTA Mar del Plata.

ZRIBI, W.; FACI, J.M.; ARAGÜÉS, R. 2011. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de los suelos agrícolas. *ITEA* 2, 148-162.