

Distribución radical en plantaciones de kiwi (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) en el sudeste bonaerense y su implicancia en el manejo racional del riego

David, M.A.¹; Ligier, H.D.¹; Sánchez, E.E.¹

RESUMEN

Actualmente, el 50% de la superficie implantada con kiwi en Argentina se concentra en el sudeste bonaerense. El cultivo es sensible al estrés hídrico y requiere altos niveles de agua, por lo que el riego es indispensable para su producción. Sin embargo, esta labor se realiza en la zona de manera arbitraria, sin considerar las características del suelo y el volumen explorado por las raíces que haga más eficiente el uso del agua. Los objetivos de este trabajo fueron i) caracterizar los suelos de 7 establecimientos de productores de kiwi (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* "Hayward") localizados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur; ii) estimar la densidad, ocupación y conformación (finas ≤ 2 mm y gruesas > 2 mm) de raíces de kiwi en el eje vertical. Entre octubre y noviembre de 2016, se realizaron calicatas en cada uno de los campos en el sentido de la fila de plantación a 0,6 m del tronco. Sobre la pared de cada calicata se colocó un marco de 1 x 0,70 m dividido en celdas de 0,10 x 0,10 m. Se contó el número de raíces finas y gruesas en cada celda. A partir de esos datos se calculó la densidad (número de raíces) y el porcentaje de ocupación (uniformidad) de raíces totales, finas y gruesas, por cada capa de 0,1 m de profundidad del suelo. La distribución de raíces de kiwi se concentró en los primeros 40 cm del suelo, presentando el cultivo un sistema radical superficial. La mayor densidad de raíces se observó en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, y la mayor ocupación en los primeros 40 cm. Los resultados observados se correspondieron con suelos francos en los primeros 40 cm del suelo y franco-arcillosos a arcillosos por debajo con un horizonte Bt. Se concluye que la profundidad efectiva de las raíces representa una determinación de utilidad a tener en cuenta para el mejor manejo del agua de riego.

Palabras clave: raíces, marco, densidad, ocupación, limitaciones.

ABSTRACT

Currently, 50% of the surface planted with kiwifruit in Argentina is concentrated in the southeast of Buenos Aires province. The crop is sensitive to water stress and requires irrigation for its production. However, irrigation is carried out without taking into consideration the characteristics of the soil and the volume explored by the roots. The objectives of this work were: i) to characterize the soils of 7 establishments of kiwifruit producers (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* "Hayward") located in Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar and Mar del Sur; ii) estimate the density, occupation by fine (≤ 2 mm) and coarse (> 2 mm) roots on the vertical axis. Root distribution was determined by excavating the soil parallel to the tree row 0.6 m from the trunk between October and November 2016. A frame of 1 x 0.70 m divided into 0.10 x 0.10 m cells was placed on the wall of each hole. The number of fine and coarse roots in each cell was counted. From these data the density (number of roots) and the percentage of occupation (uniformity) of total roots, fine and coarse, for each layer of 0.1 m depth of the soil were calculated. The distribution of

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, Ruta 226 km 73,5 (7620), Balcarce, Buenos Aires.
Correo electrónico: david.maria@inta.gob.ar

kiwifruit roots was in the first 40 cm of the soil, with the crop presenting a surface root system. The highest density of roots was observed in the first 20 cm of soil depth, and the highest occupation in the first 40 cm. The observed results corresponded with loamy soils in the first 40 cm of the soil and clay loam to clay below with a Bt horizon. It is concluded that the effective depth of the roots represents a useful determination to be taken into account for the best management of irrigation water.

Keywords: roots, frame, density, occupation, limitations.

INTRODUCCIÓN

El kiwi de pulpa verde (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*) comenzó a cultivarse en Argentina hacia fines de los 80, aunque el auge comenzó en 2004 cuando se produjo un gran incremento de la superficie implantada con el consiguiente aumento de la producción. El cultivo se desarrolló principalmente en la provincia de Buenos Aires, en la región norte (La Plata, San Pedro y Baradero) y en el sudeste (partidos de General Pueyrredón, Gral. Madariaga, Gral. Alvarado, Balcarce y Mar Chiquita). En los alrededores de Mar del Plata se ha concentrado prácticamente el 50% de la superficie implantada en el país (Benés *et al.*, 2014).

La planta de kiwi se caracteriza por tener 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.*, 2012). Xiloyannis *et al.* (1993) observaron que las raíces finas laterales representaban entre el 11 y 18% del peso seco de las raíces totales, pero el 90% de su longitud. El cultivo presenta una gran densidad de raíces en comparación con otras especies (Greaves, 1985; Hughes *et al.*, 1995), pero la baja dominancia apical reduce la capacidad de exploración del suelo en profundidad (Xiloyannis *et al.*, 1993). Warfield y Seim (1992) observaron en un lote de kiwi que el sistema radical estaba distribuido superficialmente, alcanzando entre 30 y 60 cm de profundidad del suelo. Algunas discrepancias fueron halladas por Gandar y Hughes (1988), quienes observaron en plantas maduras raíces a más de 1 m de profundidad.

La baja capacidad de exploración del suelo en el eje vertical hace que el cultivo de kiwi sea muy sensible al déficit hídrico y las plantas no toleren un potencial agua en las hojas menor a -1,5 MPa. El contenido de agua del suelo no debe reducirse por debajo del 70% del agua disponible en la zona de las raíces, y debería mantenerse cercano a la capacidad de campo (Xiloyannis *et al.*, 2012).

Durante el verano, una plantación de kiwi consume entre 60 y 70 m³.ha⁻¹ de agua por día, y entre 300 y 350 litros por kilogramo de fruta producida en toda la temporada (para un rendimiento de 35 t.ha⁻¹) (Xiloyannis *et al.*, 2012). Esta alta demanda de agua sumada a la sensibilidad al estrés hídrico hace que el riego en este cultivo sea indispensable para su producción. Así tanto el tipo, frecuencia y caudal de riego como la calidad del agua aportada son de gran importancia en el manejo del cultivo.

Los periodos de brotación y de desarrollo de los frutos son los que demandan la mayor cantidad de agua. Su déficit en esos momentos críticos reduce notablemente la producción de fruta (AAKI). Actualmente, el riego del cultivo de kiwi en el sudeste bonaerense se realiza en primavera y verano de manera arbitraria, dos o tres veces por día durante periodos de 30 minutos, sin un manejo adecuado en función de las características del suelo y del volumen explorado por las raíces que haga más eficiente el uso del agua.

Para poder realizar un buen diseño y manejo del riego es necesario conocer la arquitectura de raíces en el eje vertical. Dicha arquitectura está representada por su distribución (densidad y ocupación) y conformación (proporción de raíces finas ≤ 2 mm, y estructurales o gruesas > 2 mm; Lemon, 1986) y posibilitaría calcular la lámina de agua útil del suelo por hectárea en función del volumen de suelo efectivo explorado por las raíces del cultivo. Actualmente, no hay estudios sobre la arquitectura de raíces del kiwi cultivado en la zona, por lo que los productores carecen de una guía para realizar el riego.

Algunos autores han relacionado la edad de las plantas y el riego con la distribución de raíces. Xiloyannis *et al.* (1993) observaron en un ensayo realizado durante cuatro temporadas que el kiwi presentó una alta densidad de raíces expresada tanto en peso como en longitud, y que esta se incrementaba además con la edad de la plantación.

Miller *et al.* (1998) evaluaron el efecto de un riego mínimo sobre raíces de plantas de kiwi y no encontraron efectos significativos de estrés hídrico a pesar de la susceptibilidad del cultivo a la falta de agua. El peso seco y la distribución de las raíces sometidas a estrés fueron similares al de las no tratadas. En ambos casos, las raíces finas estaban distribuidas uniformemente en el suelo y las raíces estructurales por debajo de los 15 cm de profundidad. Por una parte, Green y Clothier (1995) comprobaron que las plantas de kiwi pueden cambiar rápidamente su patrón de absorción de agua, dejando de extraer agua de las zonas radicales secas y comenzando a extraer de las zonas en donde el agua se encuentra más disponible. Por otra parte, Hughes y Wilde (1989) observaron que un suelo con exceso de agua presentó un sistema radical menos desarrollado respecto de uno bien drenado.

Todos los aspectos mencionados han sido evaluados en otros países y sería de suma importancia su regionalización para tener información sólida de la arquitectura de raíces en el eje vertical del cultivo de kiwi en el sudeste bonaerense. Así se adquiriría parte de la información necesaria para realizar un buen manejo del riego acorde a las características del suelo.

Los objetivos de este trabajo fueron los siguientes: i) caracterizar los suelos de diferentes establecimientos localizados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Batán, Miramar y Mar del Sur, donde se desarrolla el cultivo de kiwi en la zona; ii) estimar la densidad, ocupación y conformación (finas y gruesas) de raíces de kiwi en el eje vertical.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en 7 campos de productores de kiwi (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa* "Hayward") del sudeste bonaerense entre octubre y noviembre de 2016. El establecimiento 1 se localizó en Mar del Sur, el 2 en Batán, el 3 en Mar

Sitio	Localidad	Edad de la plantación	Sistema de conducción	Marco de plantación	Tipo de riego
1	Mar del Sur	20 años	Parral	5 x 2	Goteo/ Microaspersión
2	Batán	35 años	Parral	3 x 3	Microaspersión
3	Mar del Plata	2,5 años	Parral	5 x 3	Microaspersión
4	Miramar	4 años	Parral	5 x 3	Goteo
5	Sierra de los Padres	12 años	T-Bar	4,5 x 2	Doble goteo
6	Sierra de los Padres	3 años	GDC	5 x 1	Doble goteo
7	Sierra de los Padres	7 años	T-Bar	4,5 x 2,5	Doble goteo/ microaspersión

Tabla 1. Descripción de las 7 plantaciones en donde se realizó el relevamiento de raíces. 2016. Fuente: elaboración propia.

del Plata, el 4 en Miramar y los 5, 6 y 7 en Sierra de los Padres. Los cultivos de los establecimientos presentaban diferentes edades, tipos de riego, sistemas de conducción y marcos de plantación (tabla 1). En lotes (sitios) seleccionados de cada uno, se realizaron calicatas basadas en un protocolo establecido de 1,20 x 1,20 x 0,75 m, ubicadas a 0,6 m del tronco y en dirección de la línea de plantación. El centro de la calicata se ubicó a la altura del tronco de la planta. En los establecimientos 2, 3 y 7 se realizaron 2, 3 y 2 calicatas respectivamente en diferentes lotes del mismo campo.

En cada calicata se realizó una descripción de los horizontes del suelo y se observó la humedad del perfil. Sobre la pared se colocó un marco de 1 x 0,70 m dividido en sentido vertical y horizontal cada 0,10 m (fig. 1). La cantidad de raíces dentro de cada celda fue mapeada considerando el número de raíces finas (≤ 2 mm) y gruesas (> 2 mm). Los datos obtenidos se plasmaron en una grilla, realizando un mapeo de raíces totales. La metodología descrita está basada en lo realizado por Williams y Smith (1991).

A partir de esos datos se calculó la densidad (número de raíces) y el porcentaje de ocupación (uniformidad) de raíces totales, finas y gruesas, por cada capa de 0,1 m de profundidad del suelo. Para calcular la densidad, se sumó el número de raíces en las 10 celdas de cada capa de 0,1 m de la grilla y así hasta los 0,6 m de profundidad del suelo. Paralelamente, para cada tipo de raíz evaluada se sumó el número de celdas que estaban ocupadas en cada capa de 0,1 m y se las dividió por



Figura 1. Marco de 1 x 0,70 m constituido por celdas de 0,10 x 0,10 m sobre la pared del perfil de una calicata en un lote de kiwi del sudeste bonaerense. 2016.

las 10 celdas totales por capa para determinar el porcentaje de ocupación. Se representaron los valores para cada uno de los sitios evaluados en función de la profundidad, de 0-20, 20-40 y 40-60 cm, registrando las medias, desvíos y coeficientes de variación del total de sitios evaluados.

Los resultados experimentales de cada una de las variables analizadas fueron sometidos a análisis de varianza (ANDEVA) y los valores promedio comparados mediante el test de Tukey a través del programa Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización del suelo

Los suelos observados poseen una textura franca en los horizontes más superficiales, y se caracterizan por un Ap de 0 a 20 y un A de 20 a 40 cm de profundidad. Solo el sitio 7.1 presentó una textura franco-arcillo arenosa en los 20-40 cm. Por debajo de los 40 cm, la textura fue en todos los sitios franco-arcillosa (horizonte AB) o arcillosa (horizonte Bt).

Densidad y porcentaje de ocupación de raíces totales

Coincidentemente con lo observado por Montanaro *et al.* (2007), el número de raíces totales de kiwi (finas + gruesas) se redujo con la profundidad, presentando diferencias estadísticas significativas entre los 0-20 y 40-60 cm ($P < 0,01$; tabla 2). En términos generales, la mayor densidad se concentró en los primeros 20 cm del suelo. Por un lado, solo dos sitios (3.1 y 3.3) mantuvieron el número de raíces constante hasta los 40 cm de profundidad (tabla 2) porque si bien el número de finas se redujo en los 20-40 cm, se incrementó allí el número de raíces gruesas. El sitio 5 presentó una densidad de raíces constante hasta los 40 cm de profundidad (tabla 2), pero en este caso por incrementarse el número de raíces finas en los 20-40 cm. Lo mismo sucedió con el sitio 6, que incluso presentó una densidad de raíces mayor por debajo de los 20 cm (tabla 2). En todos los sitios, la densidad de raíces totales se redujo notablemente por debajo de los 40 cm, más aún, solo el 23% del total de raíces promedio contabilizadas de 0-20 cm se encontraron en los 40-60 cm (tabla 2). Así, las raíces de kiwi se caracterizarían por ubicarse en esta capa superficial de suelo. Por otro lado, se observó una irregular distribución de raíces entre sitios, lo cual derivó en un importante desvío que refleja

Profundidad (cm)	S1	S2.1	S2.2	S3.1	S3.2	S3.3	S4	S5	S6	S7.1	S7.2	Media	Sd	CV
0-20	49	178	78	68	93	72	167	28	42	47	63	80,45b	49,02	60,94
20-40	26	37	35	73	73	73	81	29	57	11	13	46,18ab	25,95	56,20
40-60	10	14	10	40	35	20	29	22	28	0	3	19,18a	13,00	67,81

Tabla 2. Número de raíces totales (densidad) en 1 m de diámetro en tres profundidades del suelo para 11 sitios ubicados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Miramar y Mar del Sur, 2016. Los sitios 2.1 y 2.2 pertenecen al mismo campo, al igual que los sitios 3.1, 3.2 y 3.3. Los sitios 7.1 y 7.2 pertenecen al mismo campo, pero son de un relieve completamente diferente. Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación. Fuente: elaboración propia.

Profundidad (cm)	S1	S2.1	S2.2	S3.1	S3.2	S3.3	S4	S5	S6	S7.1	S7.2	Media	Sd	CV
0-20	100	100	100	100	100	100	100	93	100	100	100	99,36b	2,11	2,12
20-40	64,5	100	100	93	100	100	100	93	100	57	72	89,04b	16,34	18,35
40-60	28,5	79	50,5	79	71,5	50	93	93	78,5	0	21,5	58,59a	31,01	52,92

Tabla 3. Porcentaje de ocupación promedio de raíces totales (distribución-uniformidad) en 1 m de diámetro en tres profundidades del suelo para 11 sitios ubicados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Miramar y Mar del Sur, 2016. Los sitios 2.1 y 2.2 pertenecen al mismo campo, al igual que los sitios 3.1, 3.2 y 3.3. Los sitios 7.1 y 7.2 pertenecen al mismo campo, pero son de un relieve completamente diferente. Sd: desvío estándar y CV: coeficiente de variación. Fuente: elaboración propia.

las diferencias en el manejo del cultivo (tipo de riego, sistema de conducción, entre otros) y en las edades de las plantas entre los sitios evaluados. Xiloyannis *et al.* (1993) registraron una alta densidad de raíces en kiwi, expresada tanto en valores de peso seco y longitud, como de superficie en contacto con el suelo. De todos modos, no expresaron la densidad como número de raíces, por lo que no es posible comparar esos resultados con los del presente trabajo.

A diferencia de lo observado por Xiloyannis *et al.* (1993), no se advirtió una relación entre la densidad de raíces y la edad de las plantas. Esto debido probablemente a las diferencias entre sitios en el manejo del cultivo. Habría que muestrear en un mismo establecimiento plantas de diferentes edades con las mismas prácticas culturales. Por la misma causa no se encontró relación alguna entre la densidad de raíces y el tipo, frecuencia y caudal de riego.

El mayor porcentaje de ocupación de raíces totales de kiwi se concentró en los primeros 40 cm de profundidad del suelo ($P < 0,01$; tabla 3). Independientemente de la densidad, el porcentaje de ocupación en los 0-20 cm de profundidad fue del 100% en casi todos los sitios, a excepción del 5. Quizás, un menor contenido de materia orgánica en el suelo del sitio 5 haya influido en estos resultados y en el menor número de raíces respecto al resto de los sitios (tabla 2). Si bien no hubo diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de ocupación de raíces entre los 0-20 y 20-40 cm, se observó una tendencia de una disminución gradual del porcentaje de ocupación entre dichas profundidades, mientras que la reducción fue estadísticamente significativa por debajo de los 40 cm de profundidad del suelo ($P < 0,01$; tabla 3).

A pesar de las diferencias entre lotes en el manejo y edad del cultivo, todos los sitios tuvieron en común la concentración de raíces en los primeros 40 cm de profundidad del suelo. Las características del suelo condicionan la profundidad alcanzada por el sistema radical (Hodge *et al.*, 2009). En el Alto Valle

de río Negro, en manzanos se informó el efecto negativo de la rastra de suelo en la ocupación de raíces en los primeros centímetros de profundidad como así también el efecto de la capa freática y de las compactaciones de suelo (Aruani y Sánchez, 2004). En este estudio, la escasa profundidad radical habría estado relacionada principalmente con la distribución de los horizontes del suelo, puesto que la textura franco-arcillosa y arcillosa observada por debajo de los 40 cm de profundidad se constituiría en una limitación para las raíces. Hasey (1994) afirmó que ante la presencia de horizontes restrictivos la profundidad de raíces se iguala a la profundidad del horizonte en cuestión. La distribución superficial de raíces coincide con lo observado por Xiloyannis *et al.* (1993) y Warfield y Seim (1992). Las discrepancias halladas por otros autores como Gandar y Hugues (1988) se deberían entonces a las diferencias en el tipo de suelo, puesto que evaluaron suelos franco-limosos y franco-arenosos, en donde las raíces alcanzaron mayor profundidad. Al respecto, Hasey (1994) menciona que en Nueva Zelanda se han encontrado raíces a una profundidad de 3 m en suelos franco-limosos y franco-arenosos. En cambio, en suelos más someros el sistema radical ha alcanzado como máximo los 70 cm de profundidad del suelo.

En general, los árboles frutales como el manzano muestran una mayor densidad de raíces en los primeros 80 cm de suelo (Silva y Rodríguez, 1995) que aseguran un buen almacenamiento de agua, pero existen casos, como en este estudio donde se deba realizar monitoreos continuos a efecto de optimizar la eficiencia del riego debido a la escasa profundidad de exploración del sistema radical.

Raíces finas y gruesas

Del análisis conjunto de todos los sitios, se observó que las raíces finas y gruesas siguieron la misma tendencia que las raíces totales, disminuyendo los valores promedio de las 11 calicatas con la profundidad y concentrándose en los primeros

Profundidad (cm)	N.º F	N.º G	% F	% G
0-20	64 ± 49b	16 ± 8b	80	20
20-40	35 ± 21ab	12 ± 10b	75	25
40-60	16 ± 11a	3 ± 2a	82	18

Tabla 4. Valores promedio del número y porcentaje de raíces finas y gruesas para tres profundidades del suelo en 1 m de diámetro, de 11 sitios ubicados en Sierra de los Padres, Mar del Plata, Miramar y Mar del Sur. 2016. Fuente: elaboración propia.

Número de raíces finas (N.º F), gruesas (N.º G), y porcentaje de raíces finas (% F) y gruesas (% G) respecto al total.

40 cm del suelo (tabla 4). En el caso del número de raíces finas se registraron diferencias estadísticas significativas entre los 0-20 y 40-60 cm de profundidad ($P < 0,01$). Esta variable no difirió en los 20-40 cm de las otras dos profundidades, aunque su valor fue intermedio. El número de raíces gruesas no difirió estadísticamente entre los 0-20 y 20-40 cm, pero sí a partir de los 40-60 cm, en donde su reducción fue más pronunciada ($P < 0,01$, tabla 4). El importante desvío observado refleja nuevamente la variación de las muestras debida a los distintos manejos y edades de las plantas en los sitios evaluados. Kogan y Honorato (1991) observaron que el 86% del total de raíces finas se localizaron en los primeros 40 cm del suelo. Miller *et al.* (1998), en cambio, observaron que las raíces finas se distribuyeron uniformemente con la profundidad, y que las raíces gruesas se ubicaron mayormente por debajo de los 15 cm. Esto debido a que el tipo de suelo muestreado por dichos autores fue franco-arenoso, por lo que la textura más gruesa probablemente promovió el desarrollo de las raíces en profundidad.

La densidad y la proporción de raíces finas fueron muy superiores a la densidad y a la proporción de las raíces gruesas en las tres profundidades evaluadas (tabla 4), lo que coincide con lo mencionado por Xiloyannis *et al.* (1993) y Miller *et al.* (1998). Bennewitz *et al.* (2019) también observó en kiwi un mayor crecimiento de las raíces finas respecto a las gruesas. La gran cantidad de raíces finas del kiwi hace que utilice más eficientemente el agua y los recursos del suelo, aunque también refleja nuevamente su sensibilidad tanto a la falta como al exceso de agua.

Factores que limitaron o favorecieron del desarrollo de raíces

Se registró una importante reducción tanto de densidad como de ocupación de raíces en los casos en que había compactación en los horizontes AB o BA (sitio 7.2, entre los 20 y 30 cm de profundidad; fig. 2A). Por una parte, la presencia del horizonte Bt (argílico) también se constituyó en una limitación para las raíces (sitios 7.1 y 7.2; fig. 2A), tal como observaron Prendergast *et al.* (1987). Por otra parte, la presencia de tosca a partir de los 60 cm de profundidad limitó el desarrollo de raíces (sitio 3.3; fig. 2B). El suelo mojado o saturado de agua en algún sector del perfil por exceso de riego también generó una reducción en la densidad de raíces debido a la falta de oxígeno, las cuales presentaban una coloración rojiza (sitio 3.1). Este último punto coincide con lo observado por Hughes y Wilde (1989) respecto al menor desarrollo radicular ante la falta de drenaje. A su vez, remarca la necesidad de realizar un manejo del riego acorde al tipo de suelo, lo cual es importante no solo para evitar el déficit de agua, sino también el exceso.

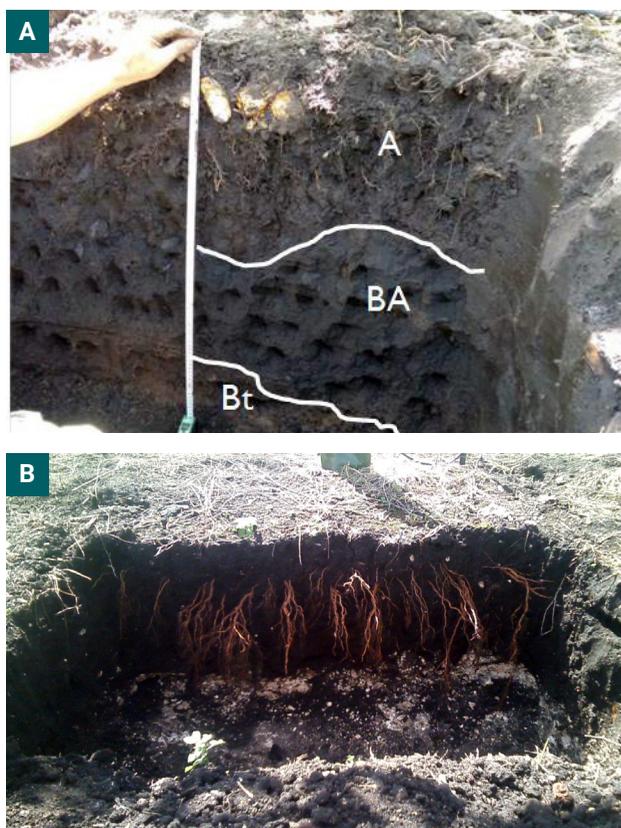


Figura 2. Algunas limitaciones para el desarrollo de raíces de kiwi. A. Compactación en los horizontes AB-BA y presencia de horizonte Bt. B. Tosca a partir de los 60 cm de profundidad del suelo.

En los sitios 3.1 y 3.2, entre los 40 y 50 cm de profundidad, se observó una gran densidad de raíces que superaba ampliamente el promedio debido a la presencia de raíces de pino por plantación previa de un monte forestal. Estas generaban grietas en el suelo por donde penetraban las raíces de kiwi.

CONCLUSIONES

La distribución de raíces de kiwi en la zona del sudeste bonaerense se caracteriza por concentrarse en los primeros 40 cm del suelo, presentando el cultivo un sistema radical superficial. La mayor densidad de raíces se observó en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, y la mayor ocupación en los primeros 40 cm. Esta característica se corresponde con suelos de tipo franco en los primeros 40 cm del suelo y franco-arcillosos a arcillosos por debajo con un horizonte Bt.

A partir de la información generada en este estudio, se podrán determinar los parámetros hídricos (CC, PMP) y el agua disponible para las plantas en el volumen de suelo explorado por las raíces. Se concluye que la profundidad efectiva de las raíces representa una determinación de utilidad para tener en cuenta para el mejor manejo del agua de riego.

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

- ARUANI, M.C.; SÁNCHEZ, E. 2004. Frutales: Manejo del suelo y distribución radical. *Fertilizar* 34, 14-17.
- BENÉS, G.; VITERI, M.L.; YOMMI, A. 2014. Kiwi marplatense: trayectoria de un negocio innovador. Trabajo de Investigación. (Disponible: https://www.researchgate.net/publication/317570180_KIWI_MARPLATENSE_TRAYECTORIA_DE_UN_NEGOCIO_INNOVADOR verificado: 17 de enero de 2018).
- BENNEWITZ, E.; SUAZO, S.; KEUTGEN, A.J.; LOSAK, T.; CARRASCO-BENAVIDES, M. 2019. Seasonal Root, Shoot, and Fruit Growth Patterns in Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* a. Chev.) in Central Chile. *Erwerbs-Obstbau* 61(3), 283-292.
- DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.infostat.com.ar> verificado: mayo de 2020).
- GANDAR, P.W.; HUGHES, K.A. 1988. Kiwifruit root systems. 1. Root-length densities. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 16, 35-46.
- GREAVES, A.J. 1985. Root distribution of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) in a deep sandy loam soil of the Te Puke district, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28, 433-436.
- GREEN, S.R.; CLOTHIER, B.E. 1995. Root water uptake by kiwifruit vines following partial wetting of the root zone. *Plant and Soil* 173, 317-328, 1995.
- HASEY, J.K. 1994. Kiwifruit growing and handling. UCANR Publications, 134 p.
- HODGE, A.; BERTA, G.; DOUSSAN, C.; MERCHAN, F.; CRESPI, M. 2009. Plant root growth, architecture and function. *Plant Soil* 321, 153-187.
- 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.
- HUGHES, K.A.; GANDAR, R.W.; DE SILVA, H.N. 1995. Exploration and exploitation of soil by apple, kiwifruit, peach, Asian pear and grape roots. *Plant and Soil* 175, 301-309.
- KOGAN, M.; HONORATO, R. 1991. Informe final Proyecto CONICYT "Manejo de huertos de kiwi y control de malezas". Pontificia Universidad Católica de Chile, 107 p.
- LEMON, C.W. 1986. The root system of *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang et A. R. Ferguson var. *deliciosa*, (Kiwifruit vine). M.Sc. Thesis, University of Auckland.
- MILLER, S.A.; SMITH, G.S.; BOLDINGH, H.L.; JOHANSSON, A. 1998. Effects of water stress on fruit quality attributes of kiwifruit. *Annals of Botany* 81, 73-81.
- MONTANARO, G.; DICHIO, B.; CELANO, G.; XILOYANNIS, C. 2007. Sustainable kiwifruit orchard management in semi-arid environments. *Acta Hort.* 753, 591-598.
- PRENDERGAST, P.; MCANENEY, K.J.; ASTILL, M.S.; WILSON, A.D.; BARBER, R.F. 1987. Water extraction and fruit expansion by kiwifruit. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 15, 345-350.
- SILVA, H.; RODRIGUEZ, J. 1995. Fertilización de plantaciones frutales. Publicación de la Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile, 519 p.
- WARFIELD, D.L.; SEIM, E. 1992. Root structure of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Hort Science* 6 (27), 668.
- WILLIAMS, L.E.; SMITH, R.J. 1991. The effect of rootstock on the partitioning of dry weight, nitrogen and potassium, and root distribution of cabernet sauvignon grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 42 (2), 118-122.
- 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. *FAO Irrigation and drainage paper 66. Crop yield response to water, Food and Agriculture. Organization of the United Nations.* 350-358 pp.