

■ Suelo

Estudios del sistema radicular de la caña de azúcar en Tucumán. Método de la pared de perfil

Juan I. Romero*, Roque Correa*, Francisco A. Sosa**, Carolina Sotomayor*, Miguel Morandini**, Nelson Aranda* y G. Agustín Sanzano**

* Ing. Agr., ** Ing. Agr. M.Sc., Sección Suelos y Nutrición Vegetal, EEAOC. suelos@eeaoc.org.ar

Un manejo orientado a optimizar la relación entre la planta de caña de azúcar y el agua y los nutrientes disponibles necesarios para maximizar la producción de biomasa y azúcar requiere de un conocimiento cada vez más profundo del comportamiento de su sistema radicular.

El sistema radicular tiene un papel fundamental en la producción de los cultivos. Es el órgano que otorga soporte y anclaje a la planta en el suelo y es el encargado de absorber el agua y los nutrientes necesarios para su normal crecimiento y desarrollo. La disponibilidad de agua y nutrientes para el cultivo de caña de azúcar dependerá de las reservas en el medio, su dinámica en el suelo y la exploración que hagan de este las raíces (Millegas, 2010), por lo que la capacidad del sistema radicular para

cumplir con sus roles fundamentales dependerá, entre otros factores, de su grado de expansión, ramificación y penetración en el perfil.

El crecimiento de las raíces ocurre a expensas del suministro de fotoasimilados provenientes de la parte aérea. Cualquier factor que afecte la parte aérea estará también actuando sobre el crecimiento y funcionamiento de la parte subterránea y viceversa. Al regular la tasa de absorción de agua y nutrientes, el sistema radicular

influirá en importantes procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la respiración y la elongación celular, entre otros, e indudablemente en la producción de biomasa y en el rendimiento (Villegas, 2010).

El comportamiento radical y, por lo tanto, el de la parte aérea estarán influenciados por las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, el manejo agronómico, las condiciones climáticas y también la genética del cultivar del que se trate. El rendimiento de un cultivo será el resultado de las interacciones entre todos los factores citados (Villegas, 2010).

En el cultivo de la caña de azúcar, el esquema típico del sistema radicular fue el descrito por Evans en el año 1935, quien clasificó a las raíces de la caña de azúcar en tres tipos funcionales (Smith *et al.*, 2005):

1- Raíces de sostén: son las primeras en emerger de la base de los brotes jóvenes. Son relativamente gruesas con pequeñas ramificaciones y su crecimiento se produce en sentido vertical hacia las capas más profundas del suelo. Su función es dar anclaje a la planta.

2- Raíces superficiales: emergen de los nudos inmediatamente superiores a las raíces de sostén. Son raíces más delgadas y muy ramificadas que se extienden lateralmente, formando una densa red de raíces superficiales responsable de la absorción de agua y nutrientes de las capas superficiales del suelo.

3- Raíces en sogas: están formadas por aglomeraciones de raíces que crecen en sentido vertical. Alcanzan capas de suelo más profundas y permiten acceder a reservas de agua en dichas capas.

Sin embargo, en 1984 Blackburn (Smith *et al.*, 2005) advirtió que este “esquema” de la arquitectura de las raíces de la caña de azúcar puede no ser muy común en las variedades actuales, donde la distinción entre raíces de sostén y raíces superficiales puede ser muy sutil y las raíces en sogas son raramente encontradas. Los cultivares fueron cambiando a lo largo de los años con el mejoramiento genético y las sucesivas selecciones. Además de las diferencias entre cultivares, la arquitectura del sistema radicular de una determinada variedad dependerá de las condiciones edafoclimáticas en que se desarrolle, por lo que resulta importante su caracterización *in situ*.

En la bibliografía a nivel mundial, se encuentran muy pocos trabajos en los que se investiga sobre la arquitectura, el crecimiento y la funcionalidad del sistema radicular de la caña de azúcar, debido principalmente a las dificultades operativas para su realización y a la complejidad de los resultados obtenidos.

La distribución y profundidad de exploración de las raíces tienen implicancias netamente prácticas en los proyectos de riego, ya que señalan la profundidad de diseño y la cantidad de agua potencialmente aprovechable para el cultivo, siendo la distribución de las raíces la que proporciona los límites de la zona de extracción de agua. Similar importancia tendrá esta característica en el diseño de un sistema de drenaje al indicar el espesor de la capa de suelo a drenar.

Debido a todo esto, la Sección Suelos y Nutrición Vegetal de la EEAOC consideró necesario profundizar los estudios referidos al comportamiento y distribución espacial del sistema radicular de la caña de azúcar. Este aporte, entre otras temáticas, permitirá ajustar el manejo del riego por

goteo, tecnología que hoy se está adoptando a mayor escala en este cultivo.

El propósito de este artículo es describir el **método de la pared del perfil** para el estudio del sistema radicular de la caña de azúcar, señalando sus características y potencialidades. Además, se muestran algunos resultados obtenidos de casos experimentales en evaluación.

Metodología de estudio de raíces

Se han desarrollado diversas metodologías para los estudios radicales con diferentes características de trabajo e información resultante. Entre ellas, el **método del monolito** -considerado como método patrón por Kopke en 1981 (Vasconcelos *et al.*, 2003)- consiste en extraer bloques de suelo de volumen conocido del perfil a estudiar hasta la profundidad objetivo y, luego de lavarlos y separar las raíces, se procede a determinar su biomasa. Este método permite cuantificar un mayor número de raíces, pero puede ser muy lento y ofrece una baja precisión acerca de su distribución espacial, debido al tamaño relativamente grande de los bloques que usualmente se extraen por cuestiones operativas. Además, tiende a sobreestimar la importancia de la biomasa radicular sobre la funcionalidad específica, ya que las raíces largas y gruesas contribuyen en mayor medida al peso seco del sistema, pero son las de menor eficiencia en cuanto a la absorción de agua y nutrientes.

La habilidad de las plantas para absorber agua y sales minerales del suelo está más estrechamente relacionada con la longitud de las raíces que con su peso; es por ello que se desarrollaron metodologías que evalúan dicha variable. Dentro de este grupo encontramos el **método de la pared del perfil**, que

consiste en la determinación de la longitud total de las raíces presentes en un determinado volumen de suelo. La relación entre la longitud total de las raíces y el volumen de suelo en el cual estas se encuentran presentes se conoce como “densidad longitudinal de raíces” (DLR).

El método de la pared del perfil presenta algunas ventajas frente al método del monolito. Entre ellas se destaca que su ejecución tiene menos etapas operativas, ya que solo implica trabajo de campo y de gabinete (evita el lavado, secado y pesado en laboratorio de las raíces). Además, es más preciso en cuanto a la distribución radicular, al realizarse las mediciones en pequeños volúmenes de suelo, permitiendo localizar con mayor detalle zonas de mayor o menor densidad y relacionarlas con propiedades del suelo.

Sin embargo, a pesar de ser más rápido, continúa siendo un método laborioso y, al igual que el método del monolito, sigue tratándose de una medición puntual; por otro lado, debido a la gran variabilidad espacial del comportamiento radical y algunas propiedades edáficas, es necesario realizar varias repeticiones a fin de conocer un patrón general.

El sistema radicular se desarrolla en mayor medida en aquellos sectores del perfil donde encuentra una mayor disponibilidad de recursos (agua y nutrientes) y/o condiciones físicas (densidad aparente del suelo o DAP, resistencia a la penetración, etc.) más favorables para su crecimiento. Por lo tanto la DLR será más elevada en los sectores de mayor fertilidad física y/o química. El estudio de la densidad longitudinal de raíces permite una mayor comprensión de la dinámica de absorción de agua y nutrientes y de sus balances en el suelo.

Con el objetivo prioritario de conocer la profundidad efectiva y la distribución de las raíces de

la caña de azúcar en situaciones con riego por goteo y en secano, seleccionamos el método de la pared del perfil para iniciar estos estudios.

■ Descripción detallada del método de la pared del perfil

1- Preparación del perfil:

La primera tarea es abrir una calicata en el sitio que deseamos evaluar. El tamaño de esta variará según el cultivo del que se trate, pero deberán elegirse siempre dimensiones que permitan trabajar cómodamente a las personas que realizarán la medición. En nuestro caso, en el cultivo de caña de azúcar, la calicata debe ubicarse perpendicularmente a la línea del surco y extenderse desde el centro de una trocha al centro de la trocha contigua, variando esta distancia según el diseño de plantación. La profundidad de la calicata en nuestra experiencia fue de 100 cm de perfil evaluado.

2- Cuento: Una vez nivelada con pala la pared a evaluar, se coloca una rejilla cuadrículada de alambre de 5 cm x 5 cm sobre toda la pared (Figura 1). El conteo de raíces se realiza cuadrícula por cuadrícula. Para efectuar el conteo y obtener valores de longitud de raíces por unidad de volumen de suelo, se liberan las raíces de cada cuadrícula, retirando con cuchillo u otra herramienta adecuada el suelo que las rodea en una capa de 1 cm de espesor, a fin de poder realizar la medición de los centímetros de raíces encontrados en esos 25 cm³ de suelo (5 cm x 5 cm x 1 cm). Una vez finalizado el conteo, se obtiene una planilla de campo que refleja los centímetros de raíces encontrados en cada cuadrícula de la grilla.

3-Tratamiento de los datos de campo: los datos de campo son volcados en una hoja de cálculo con los valores absolutos en centímetros (cm) de raíces por cada cuadrícula, los que luego son transformados en



Figura 1. Método de la pared del perfil. Picado de la pared y cuantificación del número de raíces presentes en cada cuadrícula.

Tabla 1. Distribución espacial de la densidad longitudinal de raíces (DLR). Tabla confeccionada a partir de los datos obtenidos a campo, expresados en cm/cm³.

	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	Promedio	Prof			
5												0,24	0,36	0,52	0,24	0,32	1,04	0,16	0,36	0,2	0,76	0,6	0,2	0,68	0,48	0,56	0,12														0,428	5
10	0,44	0,64	0,72	0,16	0,88	0,16	0,04	0,44	0,48	0,2	0,11	0,48	0,76	1	0,92	0,6	0,52	0,48	0,88	0,8	1,32	1,56	1,96	1,68	1,68	0,76	0,92	0,8	1,08	1,4	1,04	0,56	1,52	0,6	1,08	0,84			0,820	10		
15	0,2	0,48	0,68	0,32	0,28	0,24	0,68	0,6	1,16	0,68	0,8	0,64	0,72	1,2	0,76	0,84	1,36	0,76	0,84	0,8	1,2	1,68	1,16	1,2	1,08	1	0,56	0,8	0,36	1	0,2	0,36	0,2	0,48	0,44	0,32			0,763	15		
20	0	0,12	0,2	0,2	0,24	0,24	0,28	0,32	0,28	0,24	0,44	1,04	0,84	0,44	0,32	0,76	0,24	0,48	1,08	0,88	0,84	1	1	1,88	1,96	1,12	0,56	0,64	0,6	0,16	0,24	0,36	0,24	0,12	0,2	0,08			0,546	20		
25	0,12	0,04	0,04	0	0,32	0,04	0,08	0,04	0,28	0,28	0,32	0,28	0,44	0,12	0,04	0,08	0,44	0,44	0,24	0,28	0,48	0,28	0,4	0,6	0,84	0,88	0,4	0,84	0,24	0,36	0,32	0,44	0,36	0,24	0	0			0,294	25		
30	0,24	0,08	0,04	0,2	0,64	0,04	0,08	0,04	0,2	0,28	0,44	0,24	0,2	0,24	0,12	0,16	0,16	0,16	0,28	0,32	0,12	0	0,12	0,52	0,84	0,36	0,48	0,08	0,28	0	0,24	0,08	0,44	0,28	0,16	0,32			0,236	30		
35	0,2	0,28	0,08	0,2	0,28	0,12	0	0,28	0,2	0,2	0,32	0,08	0,12	0,24	0,08	0,28	0,24	0,12	0	0,36	0,16	0,08	0,12	0,24	0,36	0,44	0,56	0,2	0,2	0,24	0,16	0,52	0,64	0,12	0,32	0,44			0,236	35		
40	0,08	0,28	0,16	0,08	0,08	0	0,04	0,28	0,16	0,04	0,24	0,36	0,08	0,12	0,12	0	0,04	0,08	0	0,48	0,56	0,08	0,36	0,48	0,24	0,28	0,28	0,16	0,16	0,16	0,36	0	0	0,32	0,04	0,04			0,173	40		
45	0,32	0	0	0	0,04	0	0	0,24	0,12	0,24	0,08	0,28	0,2	0,36	0,08	0,12	0,24	0,08	0	0,08	0,16	0	0,32	0,56	0,4	0,32	0,48	0,16	0,12	0,32	0,08	0,04	0,24	0,2	0,04	0			0,164	45		
50	0,16	0	0,04	0	0,2	0,08	0,04	0	0,28	0,16	0,08	0,08	0	0,32	0,08	0,16	0,12	0,12	0	0,16	0,24	0	0,08	0,48	0,56	0,44	0	0,2	0,28	0,12	0,28	0,08	0,2	0,16	0,08	0,12			0,150	50		
55	0	0,04	0	0	0	0,04	0	0	0,16	0,36	0,12	0	0,04	0,12	0	0	0,04	0	0	0,08	0,24	0,16	0,12	0,2	0,44	0,24	0,04	0	0,28	0,04	0,12	0,24	0,16	0,56	0,12	0			0,110	55		
60	0	0	0,04	0,04	0	0,04	0	0	0,16	0,36	0,12	0	0,04	0,12	0	0	0,04	0,04	0	0	0	0,28	0,48	0,24	0,24	0,08	0,32	0,08	0,08	0,36	0,32	0,12	0,68	0,04	0,44	0			0,132	60		
65	0	0	0	0	0,04	0,04	0,04	0,08	0,16	0,2	0,24	0,12	0,08	0,16	0,04	0	0	0,38	0	0,08	0,16	0,32	0,16	0,12	0,12	0,08	0,16	0,04	0,12	0,12	0,08	0,12	0,36	0,32	0,2	0,16			0,117	65		
70	0	0	0	0,16	0,08	0	0	0	0,24	0,04	0,04	0	0	0,12	0	0	0,36	0,08	0,28	0,28	0,12	0,08	0,36	0,36	0,2	0	0	0,16	0,12	0,2	0	0	0	0	0	0	0,24			0,098	70	
75	0	0	0	0	0,08	0	0	0,16	0,04	0	0	0	0,04	0,16	0,32	0,08	0,04	0,12	0	0	0,32	0,4	0,44	0	0,24	0,4	0,04	0	0	0,04	0,04	0,04	0,2	0,16	0,08					0,096	75	
80	0	0	0	0,04	0	0	0	0,08	0,04	0,08	0,04	0	0,16	0,08	0	0,16	0,2	0,08	0,08	0,2	0,16	0,2	0	0,12	0,24	0	0	0,04	0,24	0	0,2	0,08	0	0	0	0	0			0,070	80	
85	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0	0	0	0	0,04	0	0	0,08	0,12	0,08	0,08	0,24	0,24	0	0,16	0,08	0	0,24	0	0,08	0,2	0,08	0	0	0	0	0			0,049	85	
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,16	0	0	0,08	0,08	0,04	0	0,08	0,08	0	0,08	0,08	0	0,08	0,04	0	0,2	0,08	0,08	0	0	0	0	0			0,031	90	
95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,32	0	0	0,2	0,04	0,08	0,12	0,04	0,12	0	0	0,12	0,2	0	0,16	0,16	0	0	0,44	0	0	0,36	0	0			0,066	95		
100	0	0	0	0,04	0	0,04	0,08	0	0	0	0	0	0,12	0,44	0,08	0,08	0,04	0,04	0	0	0,04	0	0,04	0,04	0,16	0	0	0,04	0,04	0	0	0,28	0,2	0	0,24	0			0,056	100		
	0,09	0,1	0,11	0,07	0,17	0,05	0,07	0,13	0,21	0,17	0,18	0,19	0,2	0,3	0,25	0,17	0,25	0,21	0,21	0,26	0,36	0,36	0,38	0,46	0,52	0,39	0,25	0,24	0,22	0,24	0,22	0,21	0,29	0,2	0,2	0,14			0,226			

valores de DLR, que se expresa en cm de raíz por cm³ de suelo (cm/cm³) (Tabla 1).

Se colorean las cuadrículas según rangos de valores de DLR seleccionados por el usuario para visualizar más claramente los datos numéricos. En esta planilla ejemplo, ya se puede observar la distribución del sistema radicular en toda la extensión de la pared de perfil evaluada. Los colores más oscuros representan valores mayores de DLR. Se pueden calcular valores promedio de DLR en diferentes sectores del perfil, la sumatoria del total de cm de raíces encontradas, la profundidad hasta la cual se encontró el 50% o el 80% del total de las raíces cuantificadas, entre otras. Esta información es de utilidad, por ejemplo, para determinar la profundidad de suelo a humedecer con el riego para cada situación dada, lo que eventualmente debería ser extrapolable para situaciones edafoclimáticas similares.

Posteriormente, para obtener una representación más clara de la distribución en profundidad del sistema radicular y la variación de su DLR, los datos son exportados a un “software” que, mediante interpolación, permite la construcción de isóneas entre puntos de igual valor de DLR (Figura 2).

Este tipo de gráfico nos permite observar de manera más clara la arquitectura del sistema radicular y las zonas con mayor densidad de raíces en el perfil. En el eje de las abscisas, el valor 0 nos indica el centro del surco, mientras que en el eje de las ordenadas se ubican los valores correspondientes a la profundidad.

la caña de azúcar. Los tratamientos evaluados fueron dos, un testigo sin descompactar vs. un tratamiento de descompactado, que se distribuyeron en franjas alternadas de 50 surcos de frente, con tres repeticiones. La variedad de caña evaluada fue LCP 85-384 en edad de soca 1, plantada en surcos anchos a 1,6 m de distancia, bajo

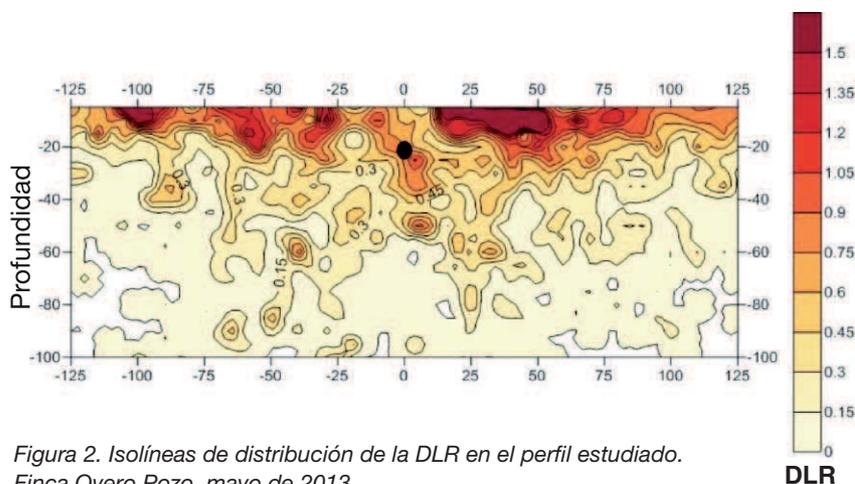


Figura 2. Isóneas de distribución de la DLR en el perfil estudiado. Finca Overo Pozo, mayo de 2013.

Nota: El círculo negro en el centro representa la cinta de goteo. En el eje X se indica la distancia (cm) desde el centro del surco.

Casos evaluados

1- Efecto de las labores de descompactación

Durante la campaña 2012/2013 se llevó a cabo un ensayo en la localidad de Alabama, Dpto. Cruz Alta (Tucumán), con el objetivo de evaluar el efecto de la práctica de descompactación en el cultivo de

condiciones de secano. La textura de suelo en el sitio es franco limosa. El descompactado se realizó durante el mes de noviembre, cuando la caña se encontraba en el período de macollaje, y se trabajó con un descompactador tipo paratil con dos timones por trocha, a una profundidad de 35 cm a 40 cm. En los meses de abril y mayo se

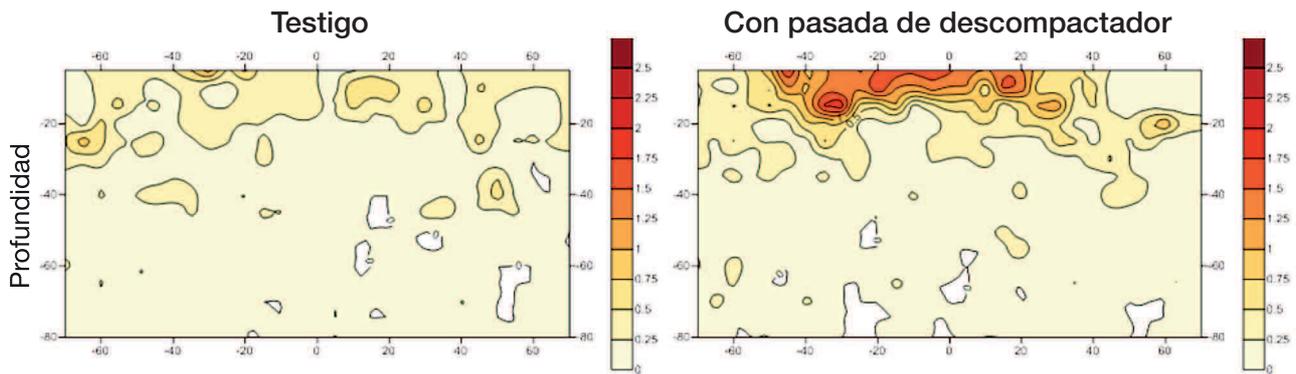


Figura 3. Distribución de la DLR en los dos perfiles estudiados (a la izquierda: testigo sin descompactar; a la derecha: tratamiento con pasada de descompactador). Alabama, abril de 2013.
Nota: En el eje X se indica la distancia (cm) desde el centro del surco.

determinaron el número de tallos por metro lineal y la densidad aparente del suelo hasta los 40 cm de profundidad, y se evaluó el sistema radicular con el método de la pared del perfil. Previo a la cosecha se tomaron muestras de tallos para la estimación del rendimiento.

Al analizar los datos obtenidos, no se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento cultural de los distintos tratamientos. Durante esta campaña el aporte de agua de las precipitaciones fue deficitario. Se hallaron diferencias significativas en DLR, en la distribución de las raíces en el perfil (Figura 3) y en los valores

de densidad aparente del suelo (Figura 4).

Como se observa en las Figuras 3 y 4, en el perfil descompactado la densidad aparente del suelo disminuyó respecto al testigo en todas las profundidades muestreadas (hasta 40 cm de profundidad). Esto favoreció el desarrollo radicular, lo cual se evidencia en los valores promedio de DLR para cada profundidad, observándose mayores magnitudes en el perfil descompactado hasta los 35 cm; en contraste, en el perfil sin descompactar la distribución fue más homogénea en toda la extensión pero la DLR fue de menor magnitud.

Los valores promedio de DLR en cada perfil fueron de 0,23 cm/cm³ para el tratamiento descompactado y de 0,15 cm/cm³ para el tratamiento sin descompactar (testigo), lo que implica un incremento del 53% en la cantidad total de raíces encontradas en el perfil descompactado. En cuanto a la distribución en profundidad del sistema radicular en cada perfil, se encontró el 80% del total de las raíces cuantificadas hasta una profundidad de 35 cm en el perfil descompactado y hasta los 50 cm en el testigo. Debido a la disminución de la DAP en los primeros 35 cm a 40 cm, hubo una mayor proliferación de raíces en dicha capa, lo cual generó que el 80% acumulativo desde la superficie del suelo se ubicara a una profundidad menor que en el tratamiento testigo.

La práctica de descompactado provocó una mejora en las condiciones físicas del suelo, evidenciada en un mayor desarrollo del sistema radicular en la profundidad tratada. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los rendimientos alcanzados por los tratamientos.

2- Secano vs. riego por goteo

En un ensayo de fertirriego de la caña de azúcar ubicado en la Finca Overo Pozo, donde se evalúan parcelas en secano y con riego por goteo, se realizó la cuantificación del sistema radicular durante enero de 2014, a los 175 días después

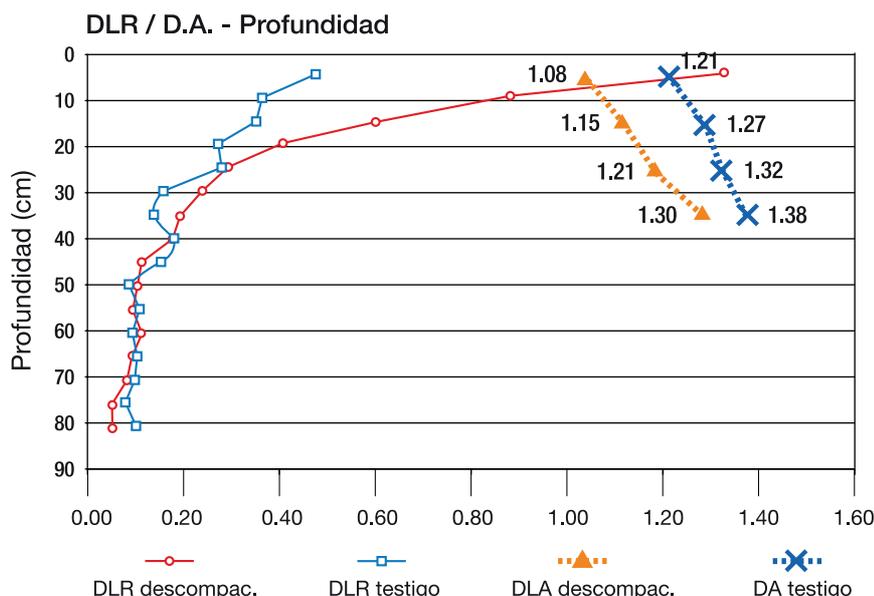


Figura 4. Distribución en profundidad de la DLR y de la densidad aparente del suelo (DAP) para los dos perfiles analizados. Alabama, abril de 2013.

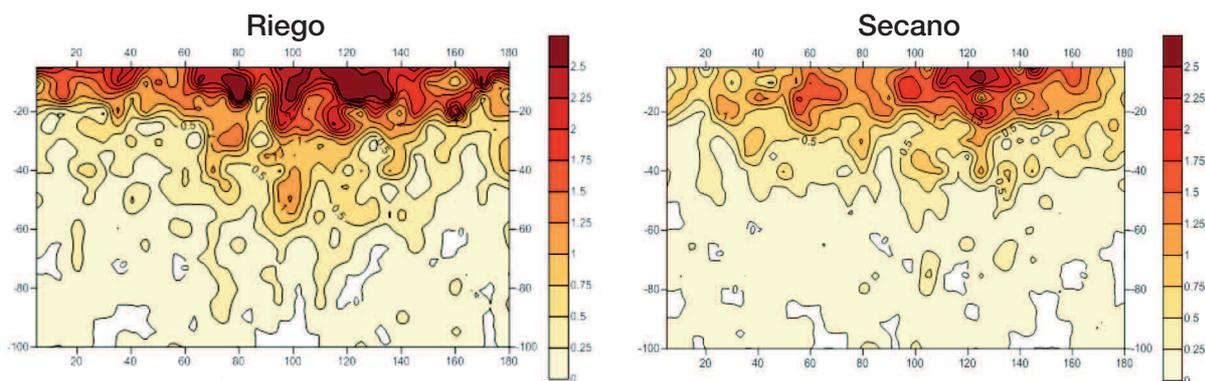


Figura 5. Distribución de la DLR en los dos perfiles estudiados.

Nota: en el eje X se indica la distancia (cm) desde el centro de la trocha hasta el centro de la trocha contigua.

de la cosecha en una plantación de caña soca 1 de LCP 85-384, con surcos distanciados a 1,8 m entre sí.

Hasta el día de la evaluación de las raíces, las precipitaciones ocurridas en la campaña sumaron 280 mm. Las parcelas con riego por goteo habían recibido 330 mm adicionales hasta esa fecha. La altura de tallos hasta hoja +1 de la caña evaluada era de 84 cm para el tratamiento en seco y de 130 cm para el regado.

Las Figuras 5 y 6 muestran cómo en la pared del perfil de caña con riego por goteo, los valores de DLR fueron mayores que los observados en el perfil a seco, encontrándose las mayores diferencias en los primeros 20 cm de profundidad.

En la Tabla 2 puede observarse que los mayores valores de DLR se obtuvieron en el tratamiento regado en las distintas profundidades consideradas, con un valor promedio de 0,56 cm/cm³ hasta los 100 cm; en cambio, para el tratamiento a

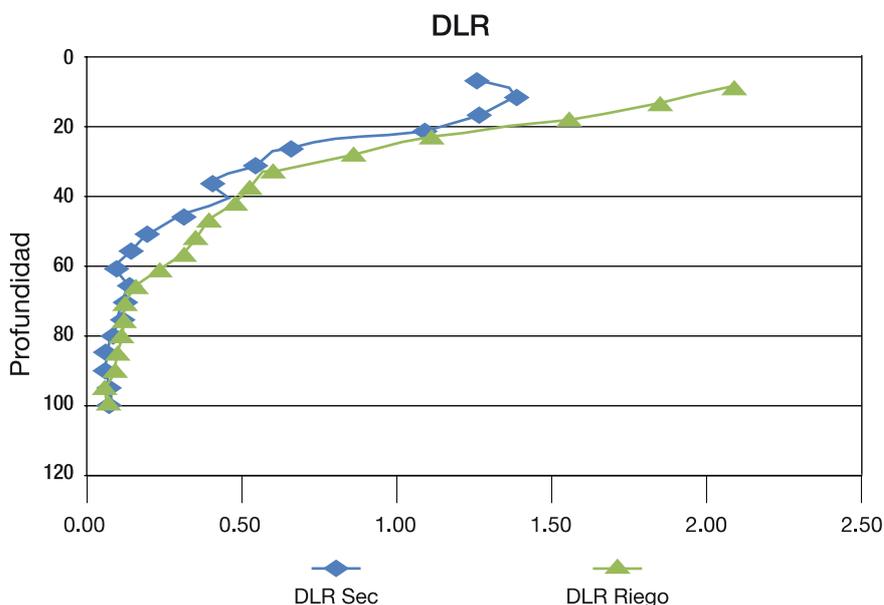


Figura 6. Distribución en profundidad de la DLR en los perfiles del tratamiento en seco y el tratamiento con riego por goteo, analizados en Finca Overo Pozo (enero de 2014).

seco dicho promedio fue de 0,40 cm/cm³. Es decir que la cantidad de raíces encontradas por unidad de volumen de suelo fue un 40% mayor en el cultivo con riego por goteo que en el perfil en seco.

La Tabla 3 muestra el patrón de distribución en profundidad del total de las raíces medidas y expresa la profundidad en la que se concentró el 50% y el 80% del total de las raíces encontradas en cada perfil.

Tabla 2. Densidad longitudinal de raíces promedio para distintas profundidades. Valores expresados en cm de raíz / cm³ de suelo.

Profundidad considerada	DLR promedio (cm/cm ³)	
	Riego	Secano
0-20 cm	1,69	1,22
0-40 cm	1,15	0,85
0-100 cm	0,56	0,40

Tabla 3. Profundidad hasta la cual se encontró el 50% u 80% del total de raíces cuantificadas en el perfil (100 cm de profundidad).

% Acumulado de raíces	Profundidad alcanzada	
	Riego	Secano
50%	15,0 cm	15,0 cm
80%	37,5 cm	35,0 cm



No se encontraron diferencias para ambas situaciones evaluadas: el 50% de las raíces se distribuyó en los primeros 15 cm y hasta los 35 cm a 37 cm, se encontró el 80%. Hay que tener en cuenta que esta distribución porcentual es relativa al total de raíces encontradas en cada perfil.

Podemos concluir que, en este caso, el patrón de distribución de las raíces no fue modificado por el riego, pero sí hubo una diferencia notable en la cantidad de raíces encontradas favorable al perfil regado. Por lo tanto, si bien en ambos casos se encontró solo un 20% de las raíces por debajo de los 35 cm, en el tratamiento con riego ese porcentaje representa una cantidad (en cm) mucho mayor de raíces que en el tratamiento a secano.

Los rendimientos culturales promedio fueron de 127 t/ha para el tratamiento regado y de 81 t/ha para el tratamiento en secano, registrándose una diferencia mayor al 50%.

Aportes y perspectivas a futuro

La información que se puede

obtener con el uso de esta metodología resultará útil para:

- El diseño de equipos de riego: La distribución de las raíces en profundidad y lateralmente varía según factores como la genética del cultivar, la textura y estructura del suelo, etc. Conocer esta distribución es importante para definir el volumen de suelo a humedecer. Esta característica del sistema radicular influye en factores de diseño, tales como los caudales y las distancias entre goteros, entre laterales de riego, etc.
- La evaluación de diferentes estrategias de riego: Según las características del suelo y del equipo de riego con que se cuente, pueden programarse diferentes manejos de láminas y frecuencias de riego. Los cambios en el tamaño del bulbo de mojado, la cantidad de agua almacenada en el suelo y la duración de los ciclos de rehumedecimiento y secado generarán respuestas diferentes en el sistema radicular y en el balance de carbono del cultivo. La evaluación del sistema radicular en estas situaciones ayudará

a entender mejor la respuesta productiva del cultivo a las distintas estrategias.

- La evaluación de diferentes diseños de plantación: La exploración del suelo por las raíces determina los límites del “dominio” del cultivo. Su estudio en diferentes diseños de plantación puede ser útil para ajustar, por ejemplo, el lugar de ubicación del fertilizante, la distribución y el número de laterales de riego, su profundidad, etc.
- Los estudios de la evolución del sistema radicular en las plantaciones de socas sucesivas y frente a distintas variantes de manejo (residuos en superficie, laboreos, fertilización, etc.).
- El diagnóstico de problemas físicos en el suelo: La determinación de la densidad aparente o de la resistencia a la penetración es una herramienta muy útil para estimar el efecto restrictivo que ocasiona una determinada condición edáfica sobre el crecimiento radicular. Aun así, las raíces serán el verdadero indicador (biológico) de la existencia o no de un problema de fertilidad física en el perfil.
- El mejoramiento genético y la selección de variedades más tolerantes a situaciones de déficit hídrico.

Bibliografía citada

- Smith, D. M.; N. G. Inman-Bamber and P. J. Thorburn. 2005.** Growth and function of the sugarcane root system. *Field Crop. Res.* 92: 169-183.
- Vasconcelos, A. C. M.; A. A. Casagrande; D. Perecin; L. A. C. Jorge e M. G. A. Landell. 2003.** Avaliação do sistema radicular da cana de açúcar por diferentes métodos. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 27 (5): 849-858.
- Villegas, F. T. 2010.** Cenicaña. Sistema radical de la caña de azúcar. El sistema radical de las plantas y la absorción de nutrimentos. *Revista Tecnicaña* 25: 25-29.