

## Influencia del sistema radical sobre los indicadores de rendimiento en la caña de azúcar

Luis Bastidas, Ramón Rea\*, Nectalí Rodríguez y Jesús Ventura

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda (UNEFM), estado Falcón, Venezuela.

\*Investigador INIA-Yaracuy, Venezuela.

rrea@idea.gob.ve

### Resumen

---

Con la finalidad de evaluar la influencia de las características radicales de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp. Híbrido): B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR 61-632, sobre los indicadores del rendimiento, expresados en toneladas por hectárea de: materia verde (TMVH), caña (TCH), pol (TPH) y panela (TPAH), en diferentes edades de corte (4, 8, 12 y 16 meses) y ciclos de cosecha, se realizó un experimento en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, estado Falcón, Venezuela. El estudio de las raíces se realizó siguiendo el "Método tradicional del Perfil de la Pared". Los resultados indicaron que existen diferencias en el comportamiento del sistema radical entre las variedades de caña de azúcar. Los cultivares B80-549, PR61-632 y CR74-250 presentaron el mayor número y mejor distribución de las raíces en el perfil del suelo. Se concluyó que existe una correlación positiva entre el número de raíces de las plantas y los indicadores del rendimiento (TMVH, TCH, TPH y TPAH) de las variedades, siendo las raíces gruesas, medianas y totales las de mayor influencia sobre la producción. Se recomendó para la zona de estudio, las variedades B80-549, PR61-632 y CR74-250.

**Palabras clave:** *Saccharum* spp. híbrido, distribución y tipo de raíces, edades de cortes.

# Influence of the Root System on Yield Indicators in Sugarcane

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate root system characteristics in five sugarcane (*Saccharum* spp. Hybrid) cultivars: B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 and PR 61-632; and their influence on yield, expressed as tons of green matter per hectare (TGMH), tons of cane per hectare (TCH), tons of sucrose solution per hectare (TSH) and tons of “raw brown sugar” per hectare (TRBSH). A field experiment at different cutting ages (4, 8, 12 and 16 months) and harvest cycles was performed in Santa Cruz in the Bucaral Valley, State of Falcon, Venezuela. The roots were studied following the traditional wall method profile. Results indicated that the root systems showed important behavioral differences among the sugarcane cultivars studied. B80-549, PR61-632 and CR74-250 evidenced higher numbers and better distribution of roots in the soil profile, as well as the highest yields. Conclusions are that there is a positive correlation between the number of plant roots and the yield indicators, whereby thick, medium and total roots favorably affect the overall performance of the cultivars, especially for ratoon cane at 12 and 16 months. B80-549, PR61-632 and CR74-250 varieties can be recommended for this specific zone of study.

**Key words:** *Saccharum* spp. hybrid, root distribution and type, cutting ages.

## Introducción

La caña de azúcar, es posiblemente el cultivo más productivo desarrollado por el hombre, debido a su eficiencia fotosintética en el mecanismo de producción de biomasa [16]. Las raíces son importantes por su papel en la nutrición y el sostén de las plantas, ya que cumplen una función primordial en la acumulación de biomasa en el follaje, las flores, los tallos y en las raíces mismas [15].

El estudio del sistema radical en cultivos, es limitado debido a múltiples causas, entre las cuales se encuentran el uso inapropiado de tecnologías de muestreo, suelos muy pesados que no permiten la extracción fácil, o porque resulta muy tedioso y se utiliza mucho tiempo para estudiar las raíces en condiciones de campo [2, 5, 6, 18].

Las raíces de la caña de azúcar han sido estudiadas con distintos propósitos [11, 19], no obstante, los trabajos de investigación orientados hacia el estudio del número y distribución de la raíces son muy escasos. En este sentido, cabe destacar las investigaciones realizadas por Avilán [1], quienes utilizando el método del monolito, estudiaron la distribución del sistema radical, (lateral y perpendicular) de tres variedades de caña de azúcar (PR980, B43-62 y CL41-223), cultivadas en un suelo de la Serie Maracay en

el estado Aragua. Se encontró que las características físicas del suelo tienen un efecto sobre la distribución radical. También pudo observarse que la máxima profundidad alcanzada por las raíces fue de 1,30 m y la mayor concentración de raíces (90%) se registró en los primeros 0,60 m de profundidad y hasta 0,35 m lateralmente. El desarrollo de metodologías para el estudio y muestreo de las raíces directamente en el suelo, ha permitido avances importantes en el conocimiento acerca de su distribución y función. El método denominado “Método Tradicional del Perfil de la Pared”, el cual consiste en la construcción o excavación de una trinchera, cuyas dimensiones dependen del tipo y estado de desarrollo de la plantas y del objetivo de la investigación fue una contribución importante al estudio de las raíces [3]. En este método generalmente se remueve de la pared capas de suelo de 3 a 5 mm y las raíces son expuestas con instrumentos mecánicos y aplicaciones de agua (spray) [14]. Otros investigadores [4, 8, 9] han utilizado este método para el estudio de las raíces con diferentes propósitos. En cuanto al uso de esta metodología aplicada al estudio de sistema radical de la caña de azúcar, Zérega *et al.* [20] evaluaron las raíces de las variedades C323-68 y B75-403 encontrando una correlación positiva entre el número de raíces y la productividad del cultivo, observando

un alto número de raíces finas que fue asociado con la baja fertilidad del suelo y baja o nula fertilización del cultivo. Linarez [13] usando esta metodología y diferentes variedades de caña de azúcar, también encontró la relación positiva entre el número de raíces de las plantas y los rendimientos del cultivo, principalmente en los cultivares B82-11 y V98-76. En razón de estos argumentos y considerando que el número y la distribución de las raíces en el suelo presentan un comportamiento diferente dependiendo de la variedad utilizada, el objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento del sistema radical de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp. híbrido): B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632, en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, municipio Unión, estado Falcón.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó en el sector Villa de Oro del Valle de Santa Cruz de Bucaral, perteneciente al Municipio Autónomo Unión, ubicado al sur-este del estado Falcón, República Bolivariana de Venezuela. La localidad en referencia pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Premontano; el relieve por lo general es montañoso y escarpado e incluye colinas redondeadas, lomas alargadas y valles casi planos. La precipitación anual es de 838,2 mm, con 153 mm de evaporación mensual, temperatura media de 21,1°C, y humedad relativa de 81% [7, 10].

Se realizó un análisis de calicata en la parte central del ensayo hasta 1,5 m de profundidad y se determinó la retención de humedad del suelo. El ensayo se condujo durante 33 meses, bajo la modalidad de secano (sin riego) que es lo usual en la zona.

Se evaluaron cinco variedades de caña de azúcar: B80-408, B80-459, CR74-250, PR61-632, V71-39 en cuatro edades de cortes (4, 8, 12 y 16 meses), las parcelas experimentales estaban conformadas por 3 hilos de 10 m de largo separados a 1,5 m, en un diseño de bloques al azar en parcelas divididas. La fertilización del ensayo se realizó mediante la aplicación de 184 Kg. N, 120 Kg. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 240 Kg K<sub>2</sub>O (Kg/hectárea/año). Se realizaron seis cortes de las cañas de 4 meses, tres de 8 meses, dos de 12 y dos de 16 meses. El estudio de las raíces se realizó después del último corte en las plantas de 4, 8, 12 y 16 meses.

### Número y distribución de las raíces en el perfil de suelo

El conteo del número de raíces de las variedades, se realizó siguiendo la metodología descrita por Bohm [3], para ello se construyeron 20 calicatas (5 variedades × 4 edades de corte), que fueron ubicadas al final de un hilo de

caña de las parcelas respectivas. Posteriormente mediante el uso de una rejilla, de 60 cm de ancho × 100 cm de profundidad, subdividida en 240 secciones de 25 cm<sup>2</sup> cada una, se contaron todas las raíces, clasificándolas según su diámetro en raíces gruesas (> 3 mm), medianas (1-3 mm) y finas (< 1 mm).

Los indicadores del rendimiento obtenido en los cultivares en el último corte de 4, 8, 12 y 16 meses, fueron expresados en toneladas por hectárea de: materia verde (TMVH), caña (TCH), pol (TPH) y panela (TPAH). Mediante un análisis de correlación utilizando el programa estadístico Infostat [12], se determinó la relación entre los indicadores del rendimiento y el número de raíces de las variedades.

## Resultados y discusión

El análisis de calicata permitió caracterizar el suelo como Vertic Halaquepts, de acuerdo al sistema de clasificación Soil Taxonomy [17], mostrando que a partir de los 80 cm de profundidad, la presencia de raíces se reduce significativamente, con incremento del color grisáceo del suelo y presencia de concreciones de hierro. Se determinó que el suelo estudiado presenta alta capacidad de retención de humedad (característica propia de los suelos arcillosos), lo que se evidencia en la Figura 1, donde se muestra, que el agua útil, es decir; la capacidad de campo (CC) – punto de marchitez permanente (PMP), oscila entre 19,82% y 17,99%, en los primeros 40 cm de profundidad.

### Número y distribución proporcional de las raíces

El Cuadro 1 muestra para cada variedad, el número y la proporción de raíces observadas en el perfil de la pared de suelo (hasta 100 cm de profundidad), después de 6 cortes consecutivos de 4 meses (24 meses de cultivo), donde se aprecia que los cultivares B80-549 y PR61-632 presentaron el mayor número de raíces totales (257 y 284 raíces) y la mayor proporción de raíces gruesas (7 y 10%), mientras que V71-39 mostró la mayor proporción de raíces medianas (38%) y B80-408 la de raíces finas (94%). Por otro lado, también se observó la disminución de la cantidad de raíces conforme aumenta la profundidad, siendo más notable esta disminución a partir de los 30 cm. Las variedades PR61-632 y B80-549, presentaron el 90% de sus raíces distribuidas a una profundidad superior a los 65 cm.

El conteo de las raíces después del último corte de 8 meses se muestra en el Cuadro 2, indicando que PR61-632, CR74-250 y B80-549 presentaron el mayor número de raíces totales (506, 481 y 373 raíces respectivamente). La variedad CR74-250 mostró el mayor número y porcentaje de raíces gruesas (62 raíces, 13%) y medianas (147 raíces,

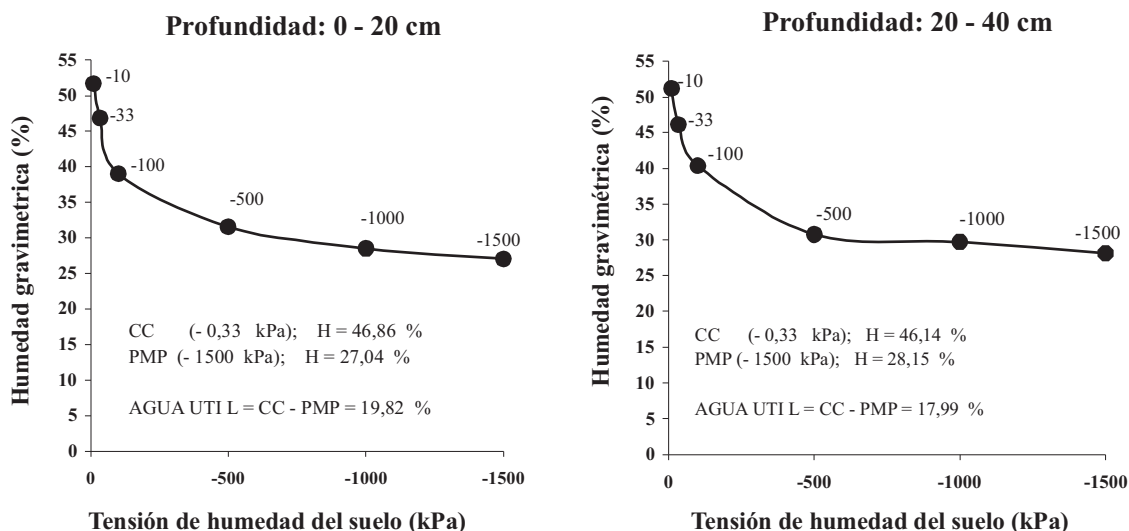


Figura 1. Curvas de retención de humedad del suelo a dos profundidades.

Cuadro 1. Número de raíces en cinco variedades de caña de azúcar después de seis cortes de 4 meses.

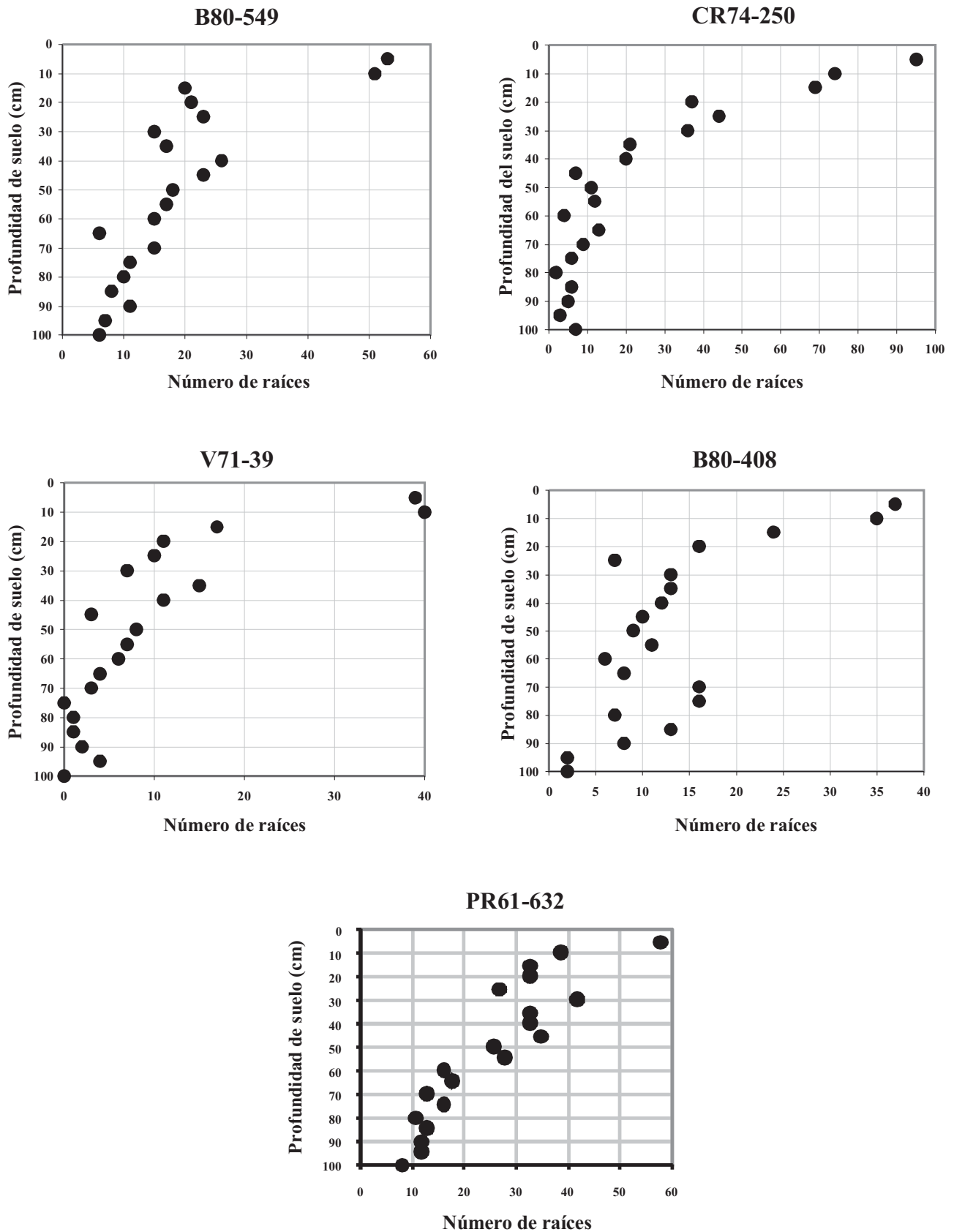
Variedades	Número de raíces según su diámetro						Total
	Raíces Gruesas	%	Raíces Medianas	%	Raíces Finas	%	
B80-549	17	7	68	26	72	67	257
CR74-250	10	6	46	28	110	66	166
V71-39	8	4	70	38	108	58	186
B80-408	0	0	9	6	130	94	139
PR61-632	27	10	82	29	175	62	284

Cuadro 2. Número de raíces en cinco variedades de caña de azúcar después de tres cortes de 8 meses.

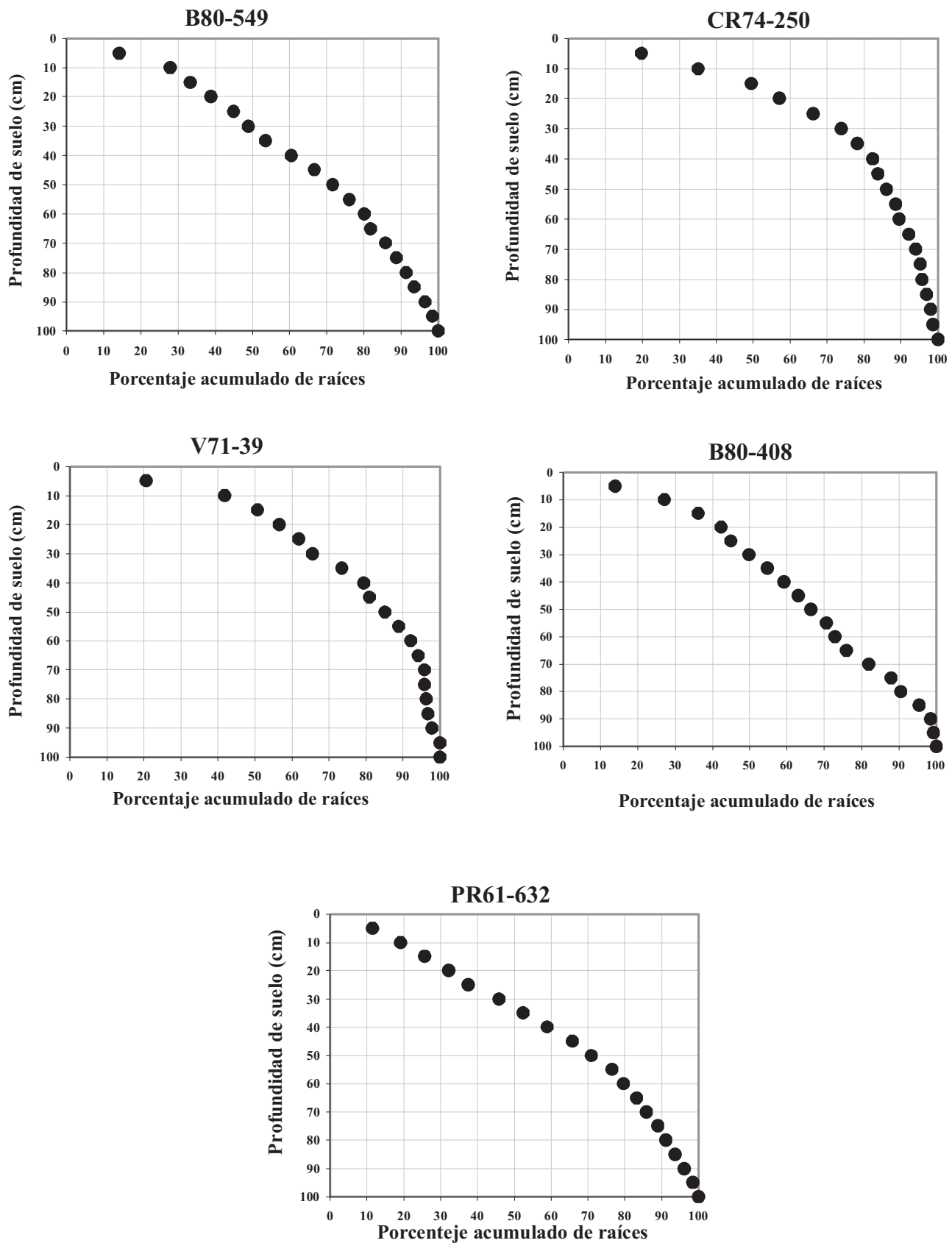
Variedades	Número de raíces según su diámetro						Total
	Raíces Gruesas	%	Raíces Medianas	%	Raíces Finas	%	
B80-549	29	8	98	26	246	66	373
CR74-250	62	13	147	31	272	57	481
V71-39	5	3	34	18	150	79	189
B80-408	8	3	50	19	207	78	265
PR61-632	24	5	121	24	361	71	506

ces, 31%), mientras que V71-39 y B80-408 presentaron la mayor proporción de raíces finas (79 y 78%, respectivamente). La distribución numérica y porcentual de las raíces en el perfil de suelo (Figuras 2 y 3), muestra una disminución del número de raíces con la profundidad de suelo (principalmente después de los primeros 30 cm), destacándose B80-549, B80-408 y PR61-632 con la mejor distribución porcentual de las raíces, mostrando el 90% de las mismas a los 80 cm de profundidad.

Después del último corte de 12 meses, el número y la proporción de raíces observadas en el perfil de la pared de suelo es la que se muestra en el Cuadro 3, donde se puede observar que CR74-250, PR61-632 y B80-549, presentaron el mayor número de raíces: totales (601, 598 y 555 raíces), gruesas (25, 43 y 40 raíces) y medianas (148, 170 y 133 raíces), mientras que la mayor proporción de raíces finas, se observó en B80-408 y V71-39 con valores de 74 y 85% respectivamente. En las Figuras 4 y 5, se muestra la distri-



**Figura 2.** Número de raíces observadas después de tres cortes de 8 meses en las variedades B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632.



**Figura 3.** Distribución porcentual del número de raíces después de tres cortes de 8 meses en las variedades B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632.

Cuadro 3. Número de raíces en cinco variedades de caña de azúcar después de dos cortes de 12 meses.

Variedades	Número de raíces según su diámetro						Total
	Raíces Gruesas	%	Raíces Medianas	%	Raíces Finas	%	
B80-549	40	7	133	24	382	69	555
CR74-250	25	4	148	25	428	71	601
V71-39	14	3	57	12	390	85	461
B80-408	21	5	101	22	340	74	462
PR61-632	43	7	170	28	385	64	598

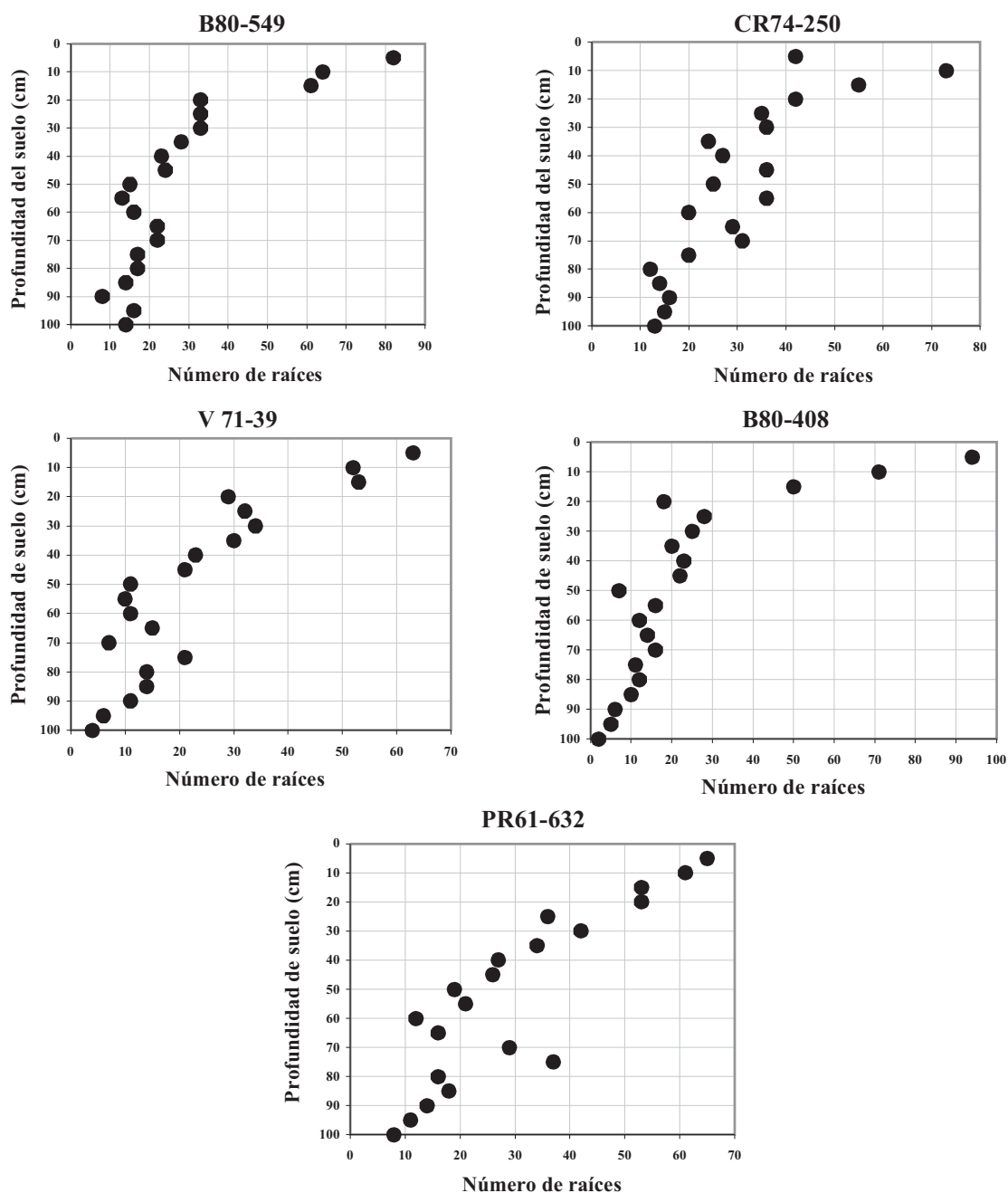
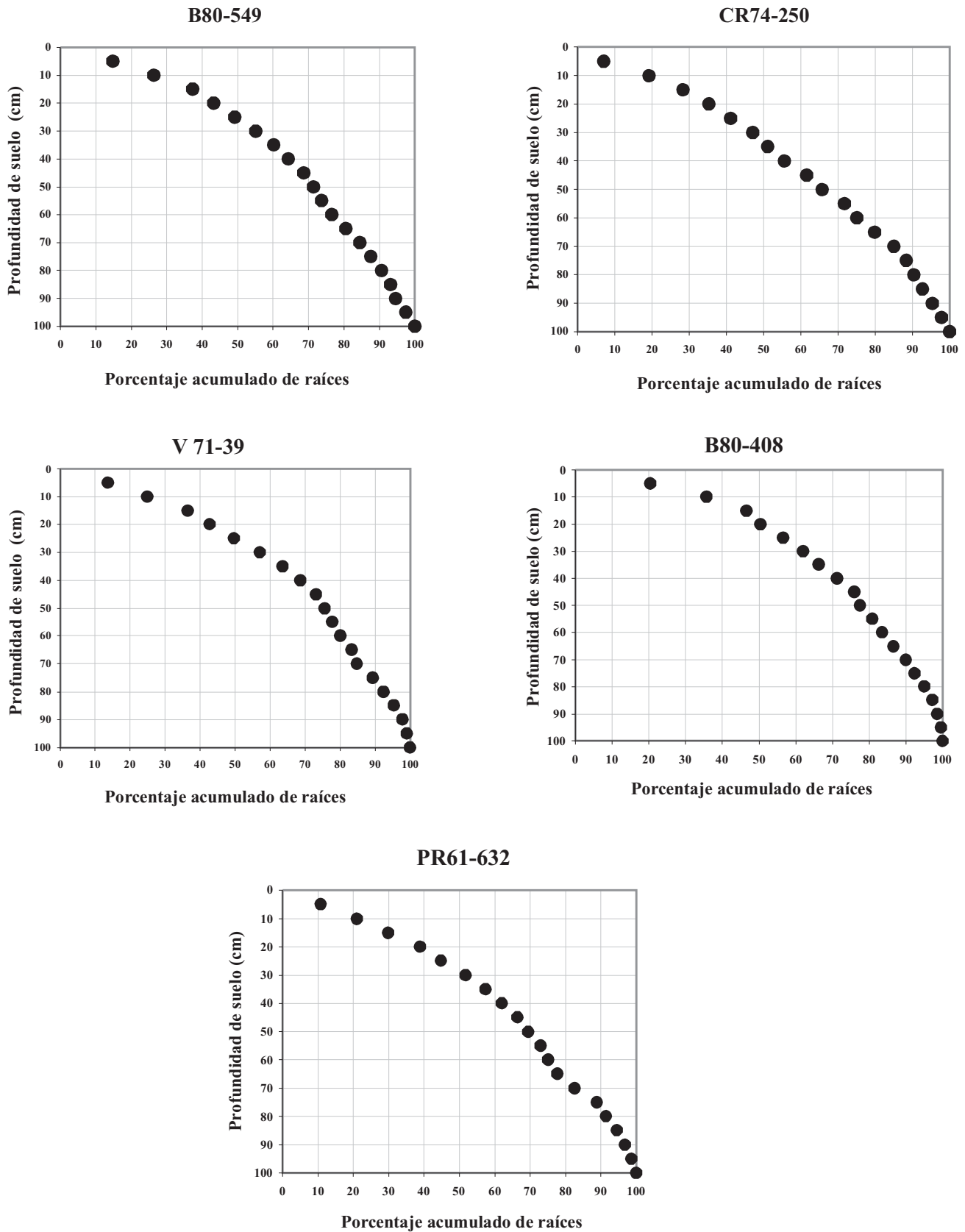


Figura 4. Número de raíces observadas después de dos cortes de 12 meses en las variedades B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632.



**Figura 5.** Distribución porcentual del número de raíces después de dos cortes de 12 meses en las variedades B80-549, CR74-250, V71-39, B80-408 y PR61-632.



bución numérica y el porcentaje acumulado de raíces después del último corte de 12 meses, observándose la disminución del número de raíces conforme aumenta la profundidad de suelo, no obstante la disminución se acentúa principalmente después de los primeros 40 cm, con ciertas variaciones en los cultivares CR74-250, V71-39 y PR61-632. En relación a la distribución porcentual de las raíces, se registró un comportamiento similar entre los cultivares, con el 90% distribuidas alrededor de los 80 cm de profundidad.

Después de dos cortes consecutivos de 16 meses (Cuadro 4), se determinó que CR74-250 y PR61-632, presentaron el mayor número de raíces totales (431 y 507 raíces) y junto a B80-549 mostraron el mayor número de raíces gruesas (52, 68 y 56 raíces, respectivamente). Mientras que el mayor número y proporción de raíces medianas (123 raíces; 31%), correspondió a la variedad B80-549. En tanto que B80-408 mostró la mayor proporción de raíces finas (72%).

La distribución numérica y porcentual de las raíces después del segundo corte de 16 meses, mostró un comportamiento similar entre los cinco cultivares, con disminución del número de raíces con la profundidad a partir de los primeros 40 cm (con ciertas variaciones en las variedades

B80-549 y PR61-632) y el 90% de sus raíces se distribuyeron hasta 80 cm de profundidad de suelo.

#### Relación entre el número de raíces y los indicadores del rendimiento

Mediante un análisis de correlación, se estableció la relación entre el número de raíces de las plantas y los indicadores del rendimiento en materia verde (TMVH), caña (TCH), azúcar (TPH) y panela (TPAH), medidos en las cinco variedades en el último corte de 4, 8, 12 y 16 meses (Cuadro 5). Se determinó que el TMVH, fue afectado negativamente por el alto número de raíces finas (RF) después de 6 cortes de 4 meses. En contraste, si se realizan tres cortes con periodos de 8 meses cada uno, entonces se favorece el TMVH, este comportamiento podría estar asociado a la presencia de un mayor número de raíces gruesas (RG) y medianas (RM). Después de dos cortes de 12 meses se observó el efecto benéfico de las raíces medianas (RM) y totales (RT). Mientras que después de dos cortes de 16 meses, el mayor efecto positivo sobre el TMVH, se observó para las raíces finas y totales. En cuanto al rendimiento en caña (TCH), el mismo se favoreció por el mayor número de raíces medianas y totales

Cuadro 4. Número de raíces en cinco variedades de caña de azúcar después de dos cortes de 16 meses.

Variedades	Número de raíces según su diámetro						Total
	Raíces Gruesas	%	Raíces Medianas	%	Raíces Finas	%	
B80-549	56	14	123	31	216	55	395
CR74-250	52	12	90	21	289	67	431
V71-39	32	8	113	29	248	63	393
B80-408	15	5	72	23	224	72	311
PR61-632	68	13	113	22	326	64	507

Método del Perfil de la Pared (Bohm, 1979).

Cuadro 5. Correlación entre el número de raíces de las variedades y los indicadores del rendimiento en el último corte de 4, 8, 12 y 16 meses.

	Coeficiente de Correlación ( r )									
	Edad de Corte (meses)									
	4		8		12		16			
	TMVH	TMVH	TMVH	TCH	TPH	TPAH	TMVH	TCH	TPH	TPAH
RG	0,1443	0,9234	0,7513	0,7550	0,6756	0,5583	0,5776	0,4071	0,0369	0,3364
RM	0,1148	0,8778	0,8494	0,9126	0,8582	0,9006	0,1375	-0,1319	0,4965	-0,3914
RF	-0,7355	0,4995	0,5712	0,5957	0,6969	0,6121	0,9502	0,8884	0,4999	0,3131
RT	0,1759	0,7472	0,9252	0,9767	0,9734	0,9413	0,8314	0,6617	0,1917	0,1894

Valores de r = 0,878 son significativos al nivel P < 0,05.

después de dos cortes de 12 meses y por las raíces finas después de dos cortes de 16 meses. Para los rendimientos en azúcar y panela (TPH y TPAH), la mayor correlación positiva se observó con respecto a las raíces medianas y totales después del último corte de 12 meses, mientras que después de dos cortes 16 meses las correlaciones no fueron significativas.

Resultados similares a los obtenidos en este experimento, han sido encontrados por Zérega [20] en otras localidades del país, usando el mismo método de estudio del sistema radical de la caña de azúcar, señalando que existe una importante correlación positiva entre el número de raíces totales y la productividad del cultivo, pero esta relación es de tipo negativa con respecto a las raíces finas, indicando que un alto número de estas raíces, puede estar asociado con baja fertilidad del suelo y la deficiente o nula fertilización del cultivo. En este experimento, el signo negativo fue observado solo en las correlaciones entre el número de raíces finas y el rendimiento en TMVH después del último corte de 4 meses y entre el número de raíces medianas y los rendimientos en TCH, TPH y TPAH después del último corte de 16 meses, sin embargo, en ninguno de estos casos las correlaciones fueron significativas.

## Conclusiones y recomendaciones

El número de raíces de las plantas disminuye a medida que aumenta la profundidad del suelo acentuándose esta disminución a partir de los primeros 30 cm. El número y la distribución de las raíces en el perfil del suelo presentaron importantes diferencias entre las variedades de caña de azúcar, destacándose en el Valle de Santa Cruz de Bucaral, los cultivares B80-549, PR61-632 y CR74-250, al presentar el mayor número de raíces gruesas, medianas y totales, distribuidas hasta los 80 cm de profundidad de suelo.

Existe una relación positiva entre el número de raíces de las plantas y los indicadores del rendimiento de las variedades TMVH, TCH, TPH y TPAH, siendo las raíces gruesas, medianas y totales las de mayor influencia sobre la producción.

Al respecto se recomienda la siembra de las variedades B80-549, PR61-632 y CR74-250 las cuales presentaron las mejores características radicales y los mayores rendimientos. Se debe hacer una adecuada preparación del suelo, a fin garantizar el buen desarrollo del sistema radical.

## Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del personal técnico de caña de azúcar del Instituto Nacional de Inves-

tigaciones Agrícolas. (INIA-Yaracuy): Teofilo Hernández y José George por su valioso apoyo en las mediciones de campo.

## Referencias

- [1] AVILAN, L.; GRANADOS F.; ORTEGA D. (1977). Estudio del sistema radicular de tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) en un mollisol de los Valles de Aragua. **Agronomía Tropical**. 27(1): 69-87.
- [2] AZEVEDO, M.; CHOPART J.; DE CONTI MEDINA C. 2011. Sugarcane root length density and distribution from root intersection counting on a trench-profile. *Sci. Agric.* 68 (1): 94-101.
- [3] BOHM, W. (1979). **Methods of studying root systems**. Ecological studies 33: Springer Verlag. Berlin. Heidelberg. New York. 183 p.
- [4] BRAVO, C.; FLORENTINO A. (1997). Efecto de diferentes sistemas de labranza sobre las propiedades físicas del suelo y su influencia sobre el rendimiento del algodón. **Bioagro**. 9(3): 67-75.
- [5] CHOPART, J.; LE MEZOL.; BROSSIER J. (2009). Spatial 2D distribution and depth of sugarcane root system in a deep soil. In: International Symposium "Root Research and Applications", Boku- Viena, Austria. P 1-4.
- [6] CLAVERO, T.; URDANETA R. (1997). Crecimiento del sistema radical del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum cv Mott*). **Rev. Fac. Agron. (LUZ)**. 9:25-34.
- [7] COPLANARH. (1975). Inventario nacional de tierras regiones: Costa noroccidental centro occidental y central. Caracas, Venezuela. Publicación 43: 199-202.
- [8] COSTA, C.; DWYER L.; ZHOU X.; DUTILLEUL P.; HAMEL CH.; REID L.; SMITH D. (2002). Root Morphology of Contrasting Maize Genotypes. **Agronomy Journal** 94:96-101.
- [9] CROCKER, T.; HENDRICK R.; RUESS R.; PREGITZER K.; BURTON A.; ALLEN M.; SHAN J.; MORRIS L. (2003). Substituting root numbers for length: improving the use of minirhizotrons to study fine root dynamics. **Applied Soil Ecology** 23: 127-135.
- [10] FUSAGRI. (1997). **Caracterización y selección de áreas**. Programa de extensión agrícola. Convenio CIARA-Gobernación-Alcaldía. Núcleo Municipio Unión, Estado Falcón. 47 p.
- [11] GARCÍA, M. (2004). Crecimiento, morfoanatomía radical, acumulación de solutos orgánicos y relaciones iónicas en dos genotipos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) con tolerancia salina contrastante. Tesis de Doctorado en Ciencias Agrícolas. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 253 p.
- [12] INFOSTAT. (2002). Infostat Versión 1.1. Grupo Infostat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Primera edición. Editorial Brujas. Argentina. 266 p.
- [13] LINAREZ, L. (2009). Evaluación del sistema radical de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). Híbrido

- do) en un vertisol en el sector Los Perozos, municipio Miranda, estado Falcón. Trabajo Especial de Grado. Programa de Agronomía. Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. 58 p.
- [14] MOLINA, D.; ZEREGA L. (1985). Método del perfil de la pared para el estudio de sistemas radiculares. UCV, FAGRO, Postgrado en agronomía, Curso de Fisiología Avanzada II, Maracay, 13 p. mimeografiado.
- [15] POLANIA, J.; RODRIGUEZ L.; MEJIAS M. (2004). Métodos indirectos para medir masa radical en caña de azúcar, variedad CC 8592. **Acta Agronómica**. Vol. 53 (3): 51-54.
- [16] PRESTON, T. (1989). La caña de azúcar como base de la producción pecuaria en el trópico. En: **Sistema de alimentación animal en el trópico basado en la caña de azúcar**. México. Serie: Diversificación, Colección GEPLACEA. P: 79-103.
- [17] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, Natural Resources Conservation Service. (1999). **Soil Taxonomy**. A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting. Soil Surveys Staff. Second Edition. 869 p.
- [18] VANBENN, J.; SMITH M.; ZOBEL R. (1998). Estimating root mass in maize using a portable capacitance meter. **Agr. J.** **90**: 566-570.
- [19] XINGHONG, LI.; DACHEI LI.; WEI LI.; LIE P. (1998). Study on a nitrogen- fixing *Pantoea Agglomeras* isolated from the root of sugar cane. **Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis**. 34(6): 741-745.
- [20] ZÉREGA, L.; ROJAS M.; HERNÁNDEZ T. (2002). Caracterización y sugerencias de manejo de los recursos agroecológicos para la producción de caña de azúcar en la Unión de Prestatarios "La Esperanza", estado Yaracuy. INIA-Yaracuy. Instituto Universitario Tecnológico del Yaracuy, San Felipe, Venezuela. **Caña de Azúcar**. 20(1):18-40.
-