

Tipos de raíces y capacidad de absorción de fósforo en caña planta. (*Saccharum* sp).^{*1/}

M E RESNIK**, S G DE PALOMAR**, H MARTINEZ**, J. A. RODRIGUEZ REY**

ABSTRACT

Phosphate uptake studies were carried out with different types of (detached) roots of the sugarcane plant, seven weeks and five months after planting. Uptake by shoot roots increases with time, particularly at low phosphate concentration. Furthermore, their relative contribution to total uptake by the whole root system increases far beyond its relative weight. Possible implications of agricultural interest are discussed.

Introducción

LA CAÑA de azúcar es una planta que, a lo largo de su desarrollo presenta un sistema radical formado por raíces de distintos orígenes y características. Reproducida en forma agámica, los tallos utilizados como "semilla" forman primeramente un sistema de raíces provenientes de la banda radical del nudo, cuyos iniciales se encuentran predeterminados (1), sistema que puede alcanzar un desarrollo considerable aún antes de que se produzca la brotación de las yemas. Luego de la aparición del brote se producen raíces adventicias (4) en la base del mismo, que pueden más tarde alcanzar un volumen comparable o mayor que el sistema proveniente de la banda radical. La nutrición mineral de la caña planta, en un momento dado, depende de la capacidad de absorción de las distintas raíces y de la medida de la participación de las mismas en el total del sistema radical.

En este trabajo se estudian las características de las distintas raíces de la caña planta y su capacidad de absorción de fósforo en diferentes momentos de su desarrollo.

Materiales y métodos

Segmentos centrales de tallos ("semilla") del cultivar 'NCo 310', provenientes de caña soca de tres años, se enraizaron en arena o en cilindros metálicos desarmables en suelo franco, y se mantuvieron en invernáculo con riego abundante. Se realizaron experimentos similares a las siete semanas y a los cinco meses: para los primeros se utilizó el material sembrado en arena, y para los segundos en suelo franco. En estos últimos, las plantas, con su sistema radical intacto, se dejaron en agua corriente aereada 48 horas antes de extraer las raíces para los experimentos.

Se clasificaron las raíces en primarias, secundarias y de mayor grado, y también según su diámetro. Se determinó el peso seco total de cada tipo de raíz por planta y su superficie, así como su contribución relativa al total del sistema radical. Luego de separarse los distintos tipos de raíces y mantenerse en agua corriente con aeración por 24 horas, se colocaron en soluciones aereadas de $^{32}\text{PO}_4\text{H}_2\text{K}$, 10^{-5} y 10^{-2} M con actividades específicas de $\sim 0,1$ mC/ μ mol y $0,1$ mC/m mol respectivamente, durante 2 horas, a $20\text{ C} \pm 0,5$, aproximadamente $0,1$ g (en materia seca) de raíz en 20 ml de solución. Al cabo de ese período se lavó el espacio libre acuoso en agua destilada a 0 C durante 20 minutos, se secó en estufa a 80 C , y se determinó la radiactividad por medio de un escalímetro con un tubo GM, sobre alícuotas molidas, en condiciones standard de geometría. Por medio de la actividad específica conocida se determinó la cantidad absoluta de fósforo absorbido en cada caso, que se expresa por unidad de

* Recibido para la publicación el 12 de agosto de 1976.

1/ Trabajo de la Cátedra de Fisiología Vegetal. El Dr. Resnik trabaja actualmente en Centro de Pesquisas do Cacau, Caixa Postal 7, Itabuna, Bahía, Brasil. Los autores agradecen a la Estación Experimental Agrícola de Tucumán por la provisión de "semilla" de caña de azúcar.

** Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de Tucumán, Avenida Roca 1900, San Miguel de Tucumán, Argentina.

peso seco de cada tipo de raíz. De su capacidad de absorción se calculó el total de absorción de cada tipo de raíz por planta y su aporte porcentual en el total. La relación de su aporte porcentual en la absorción/aporte porcentual al peso seco (o superficie) total de raíces, se denominó "factor de aporte", cuyos valores, con ser > 1 , $= 1$ ó < 1 indican eficiencia mayor, igual o menor que la del sistema radical total en promedio.

Los experimentos se realizaron con cuatro repeticiones, siendo los valores tabulados las medias aritméticas de los valores obtenidos.

Resultados

A la séptima semana de la siembra el sistema radical estaba constituido como lo indican la Figura 1 y el Cuadro 1.

La caracterización de los distintos tipos de raíces a los 5 meses de la siembra dio resultados que se presentan en la Fig. 2 y Cuadro 2.

La capacidad de absorción de fósforo de las distintas raíces se presenta en el Cuadro 3 para las 7 semanas y en el Cuadro 4 para los 5 meses.

El "factor de aporte", determinado como la relación entre el porcentaje de lo absorbido por cada tipo de raíz dentro del total del sistema radical en relación a su participación porcentual en peso o en superficie, puede verse en el Cuadro 5.

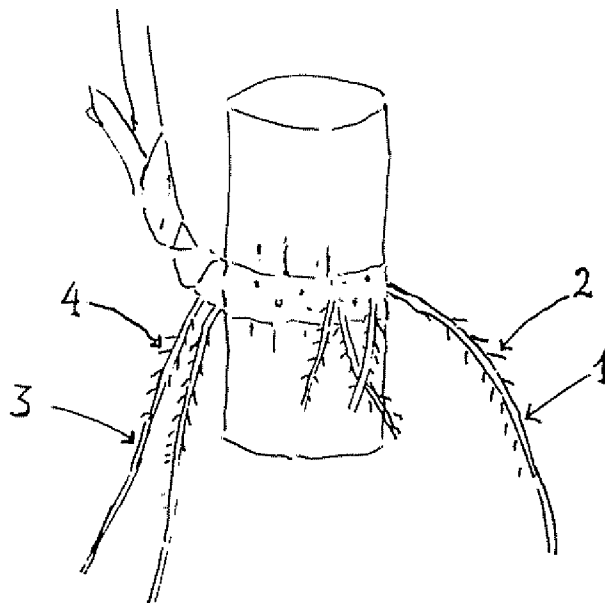


Fig. 1.—Tipos de raíces en plantas de caña de azúcar a las 7 semanas de la siembra
 1: Primarias del nudo, largas.
 2: Secundarias finas y cortas del nudo.
 3: Primarias del brote, largas.
 4: Secundarias finas y cortas del brote.

Se observa que a las 7 semanas las raíces del nudo presentan factores de aporte generalmente mayores que la unidad, mientras que las del brote son generalmente menores. En cambio, a los 5 meses, todos los valores son bajos para las raíces del nudo y muy elevados en las del brote.

Cuadro 1.—Características de los distintos tipos de raíces de caña planta a las 7 semanas de la siembra. Los números que denominan los distintos tipos de raíces según leyenda de Fig. 1.

Tipo de Raíz	Díámetro mm	Peso seco mg/planta	Superficie cm ² /planta	% del peso total	% de la sup. total
1 nudo	0,48	228	49,7	26,0	18,8
2 nudo	0,26	78	78,7	8,9	29,7
3 brote	2,65	556	122,0	63,4	46,1
4 brote	0,24	14	14,2	1,7	5,4

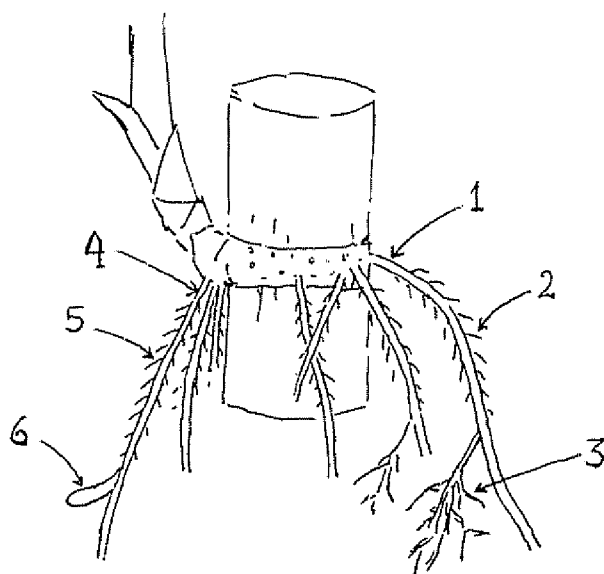


Fig. 2.—Tipos de raíces en plantas de caña de azúcar a los 5 meses de la siembra.

- 1: Primarias del nudo, largas
- 2: Secundarias finas y cortas del nudo.
- 3: Secundarias y terciarias del nudo, finas, largas y ramificadas.
- 4: Primarias del brote, largas.
- 5: Secundarias finas y cortas del brote.
- 6: Secundarias engrosadas cortas del brote.

Discusión

Se distinguen netamente seis tipos de raíces a los 5 meses de la siembra, pero a las 7 semanas solamente las hay de cuatro tipos, faltando aún las raíces engrosadas y cortas del brote y las secundarias finas y ramificadas del nudo, que más tarde constituyen una verdadera cabellera, de elevada incidencia en el sistema radical total. El crecimiento de los dos sistemas radicales entre las 7 semanas y los 5 meses fue dispar, probablemente debido a las distintas condiciones en que fueron cultivadas las plantas.

Cuadro 3.—Fósforo absorbido por raíces aisladas de caña de azúcar de 7 semanas a distintas concentraciones de fosfato. Período de absorción: 2 horas

Factor de concentración indica absorción a $10^{-2}M$ / absorción a $10^{-5}M$. Los números que denominan los distintos tipos de raíces según Fig 1.

Tipo de Raíz	Fósforo absorbido		Factor de Concentración
	$10^{-2} M$ μ moles/g seco	$10^{-5} M$ n moles/g seco	
1 nudo	26,3	213	123
2	31,8	456	69
3 brote	21,9	136	161
4	20,9	202	103

Todos los tipos de raíces estudiadas absorben fósforo como fosfato en cantidades apreciables, tanto a altas como a bajas concentraciones, en el curso de 2 horas. En general, las raíces del nudo tienen una mayor capacidad de absorción a las 7 semanas que a los 5 meses, especialmente a baja concentración de fosfato. En cambio, las raíces del brote aumentan su capacidad de absorción con la edad, siendo espectacular el caso de las secundarias finas y cortas, cuya capacidad de absorción llega a ser 145 veces mayor a $10^{-5} M$ y 39,5 a $10^{-2} M$ (calculado de Cuadros 3 y 4). Estos hechos coinciden con el concepto aceptado que existe una trans-

Cuadro 2.—Características de los distintos tipos de raíces de caña planta a los 5 meses de la siembra. Los números que denominan los distintos tipos de raíces según leyenda de Fig 2.

Tipo de Raíz	Díámetro mm	Peso seco mg/planta	Superficie cm^2 /planta	% del peso total	% de la sup total
1	1,50	843	177,2	36,0	11,7
2 nudo	0,28	110	198,1	4,7	13,1
3	0,32	969	995,3	41,4	65,8
4	2,98	304	37,8	13,0	2,5
5 brote	0,37	56	97,1	2,4	6,4
6	3,70	56	6,0	2,4	0,4

Cuadro 4.—Fósforo absorbido por raíces aisladas de caña de azúcar de 5 meses a distintas concentraciones de fosfato. Período de absorción: 2 horas.

Factor de concentración indica absorción a $10^{-2}M$ /absorción a $10^{-5}M$. Los números que denominan los distintos tipos de raíces según Fig. 2.

Tipo de Raíz	Fósforo absorbido		Factor de Concentración
	$10^{-2} M$ μ moles/g seco	$10^{-5} M$ n moles/g seco	
1	16,0	5-4,4	311
2	58,5	306	190
3	58,5	216	270
4	93,9	419	224
5	828	29-17	281
6	75,1	2704	277

ferencia gradual de funciones de las raíces del nudo a las del brote en la caña planta (3, 8). Sin embargo, en todos los tipos de raíces el factor de concentración (absorción a $10^{-2} M$ / absorción a $10^{-5} M$) también aumenta con la edad, para todas las raíces en general. Es posible que ese parámetro indique una mayor con-

tribución de un componente pasivo del proceso de absorción (7), lo cual podría tomarse como un indicio de decadencia en las raíces del nudo (puesto que también disminuyen su capacidad de absorción a baja concentración), pero resulta inconcluyente para las raíces del brote.

La mayor capacidad de absorción de las raíces del brote a los 5 meses se refleja en un más elevado factor de aporte, que alcanza un valor de hasta 12,5 en las raíces secundarias finas y cortas (base peso seco) y 52,8 para las secundarias engrosadas cortas (base superficie). En general, los valores del factor de aporte sobre las bases del peso seco o la superficie difieren entre sí, pero presentan una unidad general en las tendencias.

Estos hechos permiten confirmar en forma cuantitativa el concepto ya mencionado de transferencia de funciones de las raíces del nudo a las del brote. Por otra parte, dada la distinta capacidad de ambos sistemas radicales para absorber fosfato, y la forma en que esta capacidad varía con la edad, podrían hallarse casos en que una diferente proporción de raíces del brote y del nudo determinase, por ejemplo, el comportamiento frente al fertilizante. Así Wann (9) y Oakes (5) en Taiwan e Islas Vírgenes respectivamente, determinan que la caña planta no responde a la fertilización fosforada, mientras que las socas lo hacen. En Tucumán (Argentina) se ha determinado un comportamiento similar con respecto a la fertilización nitrogenada (2, 6). Es posible que la incidencia relativa de los distintos sistemas radicales de la caña planta sea responsable de ese comportamiento. Su modificación por métodos agro-técnicos podría abrir una alternativa de interés agrícola.

Cuadro 5.—Factor de aporte (% de lo absorbido por esas raíces dentro del sistema radical total/% de su peso seco o superficie) de los distintos tipos de raíz de caña planta a las 7 semanas y 5 meses de la siembra, en estudios de absorción de fósforo a distintas concentraciones de fosfato.

Tipo de Raíz	7 semanas				5 meses			
	peso		superficie		peso		superficie	
	$10^{-5}M$	$10^{-2}M$	$10^{-5}M$	$10^{-2}M$	$10^{-5}M$	$10^{-2}M$	$10^{-5}M$	$10^{-2}M$
Primarias del nudo	1,15	1,10	1,59	1,53	0,16	0,24	0,50	0,74
Secundarias finas y cortas del nudo	2,46	1,33	0,73	0,40	0,97	0,89	0,35	0,32
Sec y Terc finas largas del nudo	casi inexistentes				0,69	0,88	0,43	0,55
Primarias del brote	0,73	0,92	1,00	1,25	1,35	1,42	7,00	7,40
Secundarias finas cortas del brote	1,03	0,82	0,32	0,25	9,5	12,5	3,48	4,59
Secundarias engrosadas cortas, brote	casi inexistentes				8,61	1,14	52,8	7,00

Resumen

Se estudiaron las características y capacidad de absorción de las raíces de caña planta a las 7 semanas y 5 meses de la siembra. Con el tiempo las raíces del brote aumentan su capacidad de absorción, especialmente a bajas concentraciones, e igualmente aumenta su aporte relativo en la absorción total, por encima del aumento en su volumen físico. Se confirma así la transferencia de funciones del sistema radical del nudo al del brote, y se sugieren implicancias de carácter agrícola.

Literatura citada

- 1 DILLEWIJN, C. van. Botany of sugar cane. Waltham, Mass., Chronica Botanica, 1952. 371 p.
- 2 FOGLIATA, F. A. El diagnóstico foliar como guía para la fertilización de la caña de azúcar en Tucumán. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 7 (1-2): 227-1970.
- 3 HUMBERT, R. P. The growing of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, 1953.
- 4 METCALFE, C. R. Anatomy of the Monocotyledons. Oxford, Clarendon Press, 1960.
- 5 OAKES, A. J. Sugarcane fertilizer trials in the U.S.A. Virgin Islands Sugar y Azúcar 6-1 (1): 28-31. 1969.
- 6 REICHART, M. A. L. El suelo en el cultivo de la caña de azúcar. Revista Agronómica del Noroeste Argentino 7 (1-2): 109-141. 1970.
- 7 RESNIK, M. E. Absorption, translocation and interactions of potassium and calcium in barley and bushbean plants. PhD Dissertation, University of California (Los Angeles), 1963.
- 8 ROCHECOUSTE, E. Weed control in sugar cane. Reduit, Mauritius Sugar Industry Research Institute, 1967.
- 9 WANN, S. S. Experiments on application rates of the three major elements of fertilizer for the new sugar cane varieties 'F 146 y 'F 148'. Fertilité 37: 3-13. 1970.

Comunicaciones

Changes in the respiratory quotient of embryos of *Coffea canephora* 'S.274' with time

Sumario. El aumento del cociente respiratorio (RQ) observado linealmente con tiempo en los embriones de *Coffea canephora* 'S.274' ha sido explicado como debido a que el material puede respirar con intermediarios del ciclo del ácido tricloroacético (TCA), de bajo a altamente oxidado, en una manera secuencial.

The high respiratory quotient we reported earlier in coffee embryos was related to the involvement of TCA cycle intermediates as substrates of respiration (5). It is widely agreed that Krebs' cycle acids do not occur in any tissue in sufficient quantities to substantiate respiratory activity for prolonged periods (3). Nutritionally dependent organs such as coffee embryos should be excellent material for studying the respiratory quotient over a period of time when the TCA cycle intermediates on which they respire start dwindling. The present study concerns this aspect.

The fruits of *Coffea canephora* 'S.274' were collected about seven months after anthesis. Embryos were collected and respiratory activity measured, as described previously by the authors (5).

The RQ values were recorded continuously for a period of 6 hours. Both the observed and estimated values by the least squares method are given (Table 1). The RQ value increased linearly from 1.2427 (0.5 hrs) to 1.4989 (6 hrs), instead of remaining more or less constant (Table 1, Fig. 1). This linear increase of RQ with time is interesting as well as intriguing.

Respiratory quotients have not been studied with time in any plant material except for cambial tissues and germinating seeds. The RQ in cambial tissues (1) and of nine out of ten species which Stiles and Leach (4) examined, showed a decrease with time. Germinating seeds of *Fagopyrum esculentum* and peas, on the other hand, registered an increase of RQ with time (2, 4). In peas, it increased from 2.0 to 3.0 in 6 hours (2). The increasing trend of RQ observed in this study agrees with those reported for peas and *Fagopyrum esculentum*. This is probably the first study

Table 1—Changes in the RQ values of embryos of *C. canephora* S.274 with time (Mean of 4 replications).

Time in Hours	RQ Observed	RQ Estimated
0.5	1.2427 ± 0.0753	1.24249
1.0	1.2751 ± 0.0471	1.26439
2.0	1.2979 ± 0.0598	1.30819
3.0	1.3807 ± 0.0291	1.35199
3.5	1.3148 ± 0.0191	1.37389
4.0	1.4174 ± 0.0258	1.39579
4.5	1.4238 ± 0.0802	1.41769
5.0	1.4430 ± 0.0390	1.43959
5.5	1.4726 ± 0.0148	1.46149
6.0	1.4989 ± 0.0416	1.48339