

EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO NA SOLUÇÃO NUTRITIVA SOBRE O CRESCIMENTO DE SETE CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR

A. G. ANDRADE

Prof. Adjunto do Dep. de Química da UFRPE.

L. WILLADINO

Prof. Assistente do Dep. de Biologia da UFRPE.

M. C. AMORIM SILVA

Prof. Adjunto do Dep. de Química da UFRPE.

Procurou-se caracterizar, em sete dos cultivares de cana-de-açúcar mais importantes no Nordeste, a resposta ao aumento de P no substrato. As cultivares Co331, Co419, Co997, CB45-3, CP51-22, RB70-194 e NA56-79 foram cultivadas em solução nutritiva com 3, 9 e 27 ppm de de P. Destacaram-se a cv. NA56-79 com a maior eficiência de absorção e de resposta ao nutriente, e a Co-997 e RB70-194 como as menos eficientes. Nos níveis mais baixos de P, o crescimento radicular foi o fator mais importante para a adaptação varietal, enquanto a transferência da raiz para a parte aérea e a eficiência da utilização do nutriente vão assumindo importância nos níveis mais elevados. Indicações de adaptação para os solos mais pobres são também encontrados na cv. Co331, nos intermédios em CB45-3 e para os solos mais ricos as Co419 e CP51-22.

INTRODUÇÃO

Entre os nutrientes minerais o P, freqüentemente, limita a produtividade da cana-de-açúcar no Brasil, uma vez que os solos brasileiros são, em sua maior parte, deficientes neste nutriente essencial (SULTANUN et alii, 1976). Para superar esta deficiência a cultura recebe cerca de 1.800 toneladas de P_2O_5 por ano (ROCHA, 1981).

A eficiência dos fertilizantes fosfatados empregados na cana-de-açúcar é determinada por diversos fatores, tais como, a alta capacidade de fixação de P dos solos tropicais, presença de quantidades inadequadas de outros nutrientes em forma disponível, desenvolvimento de um sistema radicular com pequena superfície ativa e, geralmente, muito próximo da superfície do solo devido a ina-

dequada distribuição do fosfato e, em geral, pela baixa capacidade intrínseca das cultivares para absorver e utilizar o nutriente (BARBER, 1980; CHRISTIE & MOORBY, 1975; NELSON, 1980 e OZANNE, 1980):

A diversidade entre espécies e variedades quanto à absorção e utilização de nutrientes minerais foi constatada por diversos pesquisadores (CHRISTIE & MOORBY, 1975; NIELSON & BARBER, 1978 e NELSON, 1980). Enquanto algumas variedades apresentam alto requerimento de nutrientes para efetivo crescimento e produção, outras adaptam-se bem a solos de baixa fertilidade. Estas últimas podem apresentar maior eficiência no uso de nutrientes, mesmo em baixas concentrações, permitindo diminuir a adubação, e, em certos casos, até mesmo suprimi-la se o solo apresenta características de fertilidade mais favoráveis (NIELSEN & BARBER, 1978; NELSON, 1980 e CLARK, 1983).

MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas sete variedades de cana-de-açúcar, dentre as mais cultivadas no Nordeste, cedidas pelo Programa Nacional de Melhoramento de Cana-de-Açúcar (PLANALSUCAR): Co331, Co419, Co997, CB45-3, CP51-22, RB70194 e NA56-79.

Três rebolos, de um único nó, sem entrenó, provenientes de cana, planta com 9-12 meses de idade, foram plantados em cada pote, contendo dez litros de areia lavada. Dez dias após a brotação, foi efetuado o desbaste, deixando-se duas plantas por pote. Tais plantas receberam, diariamente, solução nutritiva de Hoagland, completa, com exceção do P que foi aplicado nos níveis de 3, 9 e 27 ppm, em quantidade suficiente para saturar a areia. As plantas foram mantidas em casa de vegetação por 110 dias a contar do plantio, quando foram colhidas, separadas em parte aérea e raiz, secas a 70°C, pesadas e moídas. O fósforo foi determinado pelo método vanado-molibdico.

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial cultivares X níveis de P na solução, com quatro repetições por tratamento. Os dados foram analisados estatisticamente através da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção de Matéria Seca

Diferenças significativas entre cultivares foram observadas com relação à acumulação de matéria seca na parte aérea da cana-de-açúcar (figura 1). Desta-

cou-se o cultivar NA56-79, que diferiu da RB 70194 no nível de 3 ppm de P, e além desta, da Co419 e Co997 no nível de 9 ppm, diferença que persistiu com relação a esta última ao nível de 27 ppm. Todos os cultivares apresentaram grandes aumentos no conteúdo de matéria seca à medida que aumentava o nível de P na solução, sendo que a Co331 figura entre as que apresentaram maior crescimento no nível mais baixo de P e entre as últimas no nível mais alto.

Com relação à quantidade de matéria seca na raiz, foram observadas diferenças entre cultivares apenas nos níveis 3 e 9 ppm de P, conforme mostrado na figura 2. No nível mais baixo, as cultivares Co997 e RB70194 apresentaram menor peso de raízes e com 9 ppm, apenas a Co997 conservou os baixos valores. Destaca-se nos níveis de deficiência, o crescimento radicular da Co331, cuja acumulação de matéria seca na raiz foi idêntica ao máximo, já com 3 ppm.

Crescimento adequado em diversos tipos de solo é que tem feito da NA56-79 uma das variedades mais cultivadas no Sudeste brasileiro e que tem apresentado boa adaptação aos tabuleiros costeiros do Nordeste, que apresentam baixa fertilidade natural. Nestes tabuleiros a CB45-3 é a cultivar de maior expressão, e as variedades Co997 e Co419 somente apresentam bons resultados com tratamentos especiais quanto à correção das condições físico-químicas. Características adaptativas do cultivar NA56-79 foram constatadas por NOGUEIRA (1987), empregando déficits hídricos progressivos e por WILLADINO (1986), em experimento de potes com solução nutritiva e com solo de tabuleiro.

De um modo geral, o melhor desempenho produtivo nos níveis mais baixos de P esteve associado ao maior desenvolvimento radicular, como no cultivar Co331 considerado um das mais produtivas, no grupo das variedades tardias, antes da introdução das novas variedades mais ativas fisiologicamente e responsivas à adubação. De acordo com CHRISTIE & MOORBY (1975), o nível de P requerido para uma produtividade relativa de 90% da produtividade máxima está mais relacionado com a capacidade das raízes em absorver e translocar P, que com a habilidade da parte aérea em funcionar com baixas concentrações do nutriente. Também OZANNE (1980) estabelece, que quanto maior a relação parte aérea/raiz (superfície ativa), maior a concentração de P necessária para a produtividade máxima. Esta relação, parte aérea/raiz é, no presente trabalho, diferenciada entre cultivares e entre níveis, exceto para o Co997 e NA56-79 entre os níveis 9 e 27 ppm de P. Vale salientar, contudo, que a produtividade absoluta é diferente entre estas cultivares.

O desenvolvimento radicular pode se tornar um fator mais crítico ainda, para certas cultivares, a partir da 1ª soca, quando o mesmo é sempre inferior em face da maior velocidade de crescimento da parte aérea (NELSON, 1980). Além disso, como na socaria o fertilizante fosfatado é aplicado, em cobertura e de forma localizada, esta tende a formar sistemas radiculares mais superficiais e menos ativos (BARBER, 1980).

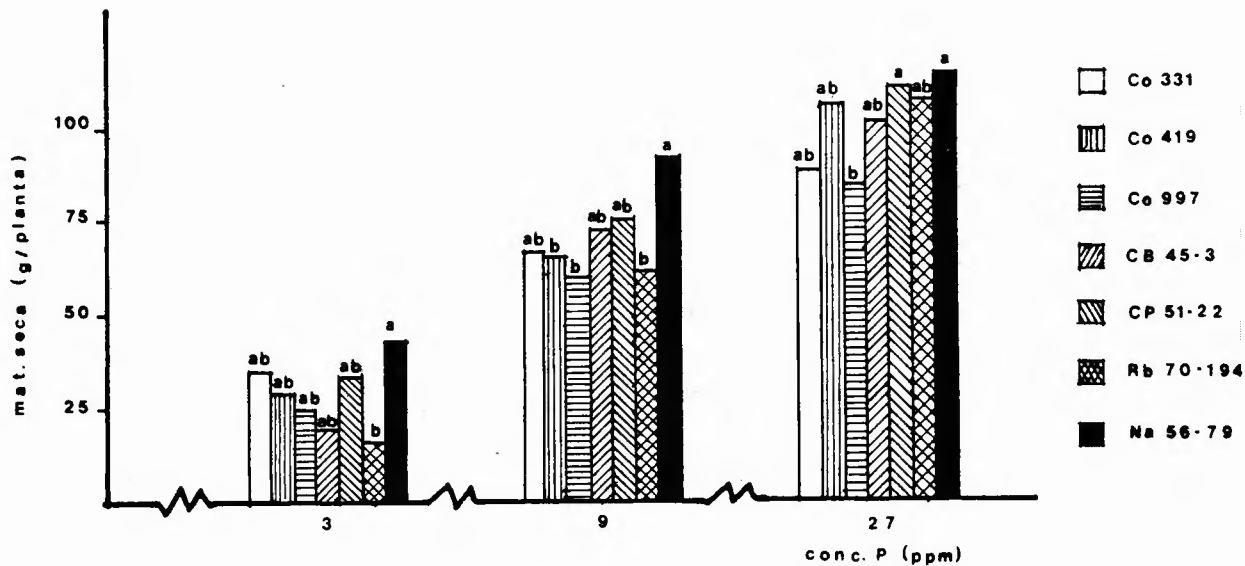


Figura 1 — Matéria seca na parte aérea de sete cultivares de cana-de-açúcar, cultivadas por 110 dias, em solução nutritiva

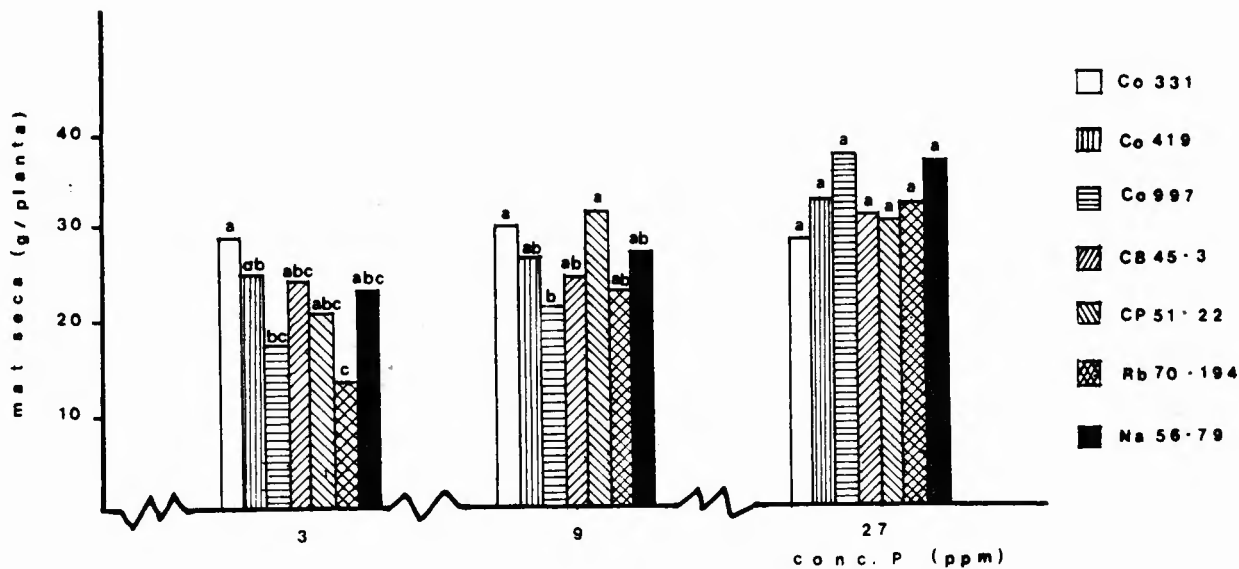


Figura 2 - Matéria seca nas raízes de sete cultivares de cana-de-açúcar, cultivados por 110 dias, em solução nutritiva

Absorção de P

Os cultivares apresentaram interação significativa nível de P x cultivar, tanto para a parte aérea, quanto para a raiz. Destacaram-se as diferenças entre CB45-3 e CP51-22, com 3 ou 9 ppm de P. Já no nível mais alto, o cv. NA56-79 apresentou os teores mais elevados de P, tanto na parte aérea, quanto na raiz, ressaltando a sua maior capacidade de absorção, conforme mostrado na figura 3.

Do mesmo modo que em relação à matéria seca, o cv. Co331 apresentou concentrações de P na raiz mais alta que a CP51-22, em 3 ppm de P, no que foi seguida pelo Co419 no nível de 9 ppm. Nota-se que para o aumento de 3 para 9 ppm P, alguns cultivares aumentaram, relativamente, mais o teor de P na raiz que na parte aérea, como a Co331 e Co419, enquanto no Co997, CB45-3 e NA56-79 ocorreu o inverso (figura 4).

Diferenças varietais também foram observadas por WILLADINO (1986), cujos dados concordam, de uma maneira geral, com os obtidos, exceto para o cultivar Co331, no qual observou sempre baixa produção de raízes e conteúdo de P.

Os teores de P, tanto na parte aérea, quanto na raiz, encontraram-se, para os níveis 3 e 9 ppm, abaixo do crítico para a folha aos quatro meses de idade (CLEMENTS, 1955 e SULTANUM et alii, 1976), onde se conclui que, nas condições do experimento, o nível adequado é superior a 9 ppm.

Diferenças varietais nos teores de P nas folhas foram reportadas, entre outros, por ORLANDO FILHO & HAAG (1976) e ORLANDO FILHO et alii (1978), estes últimos também observaram interação com a fertilidade do solo. ROSÁRIO et alii (1978), também observaram esta interação e sugeriram a utilização do índice quantidade de P por unidade de área foliar (PLA) como mais adequado com respeito à produtividade.

A quantidade de P absorvido, por planta e por unidade de raiz (eficiência de absorção) e sua distribuição entre parte aérea e raiz são mostradas na tabela 1, onde se pode observar que o cv. Co331 apresenta maior conteúdo total de P, possivelmente devido à maior retenção do nutriente na raiz, enquanto os cv. Co997 e CP51-22 apresentaram o inverso, sendo que este último equilibra a relação parte aérea/raiz com níveis mais baixos de P. Somente o cultivar NA56-79 apresentou alta absorção e alta eficiência em todos os níveis, sugerindo um mecanismo genético mais ativo do ponto de vista da nutrição fosfatada.

Perfilhamento

As concentrações de P na solução influenciaram o perfilhamento, sendo que com 3 ppm nenhuma cultivar perfilhou e somente houve diferenciação com 27 ppm onde o cv. NA56-79 apresentou maior número de perfilhos que o Co331, Co419, Co997 e CB45-3, não sendo notada correspondência com a quantidade de matéria seca, nem com a quantidade de P absorvida.

ROSÁRIO et alii (1978) encontraram interação PLA x perfilhos, apenas para tratamentos de alta fertilidade.

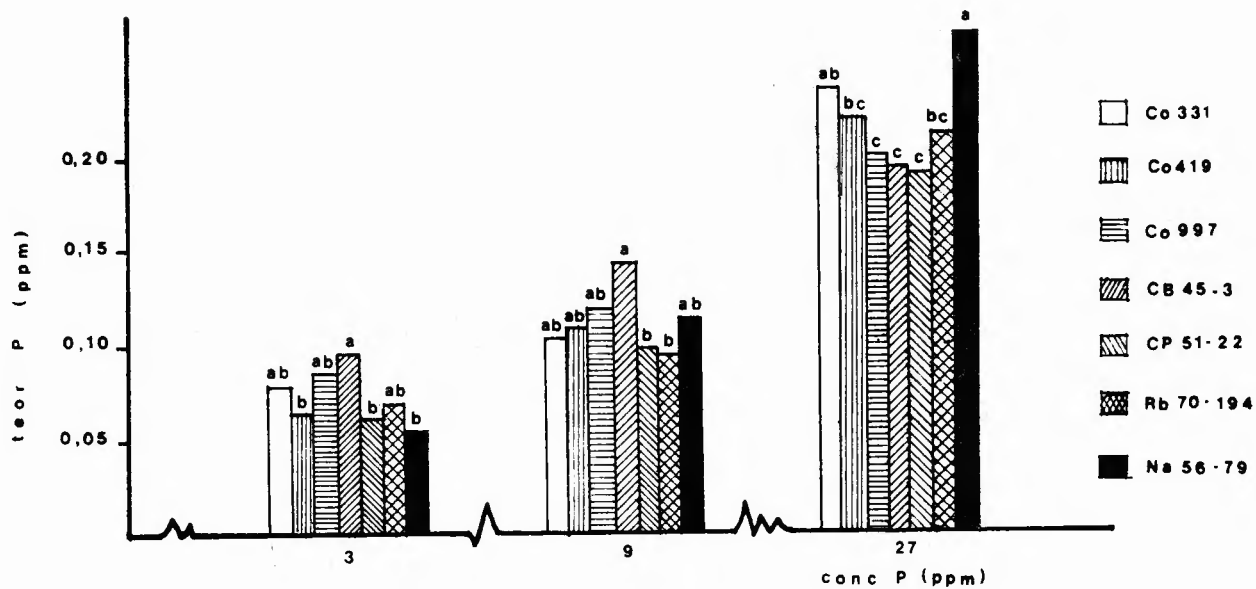


Figura 3 – Teores de P na parte aérea de sete cultivares de cana-de-açúcar, cultivados por 110 dias, em solução nutritiva

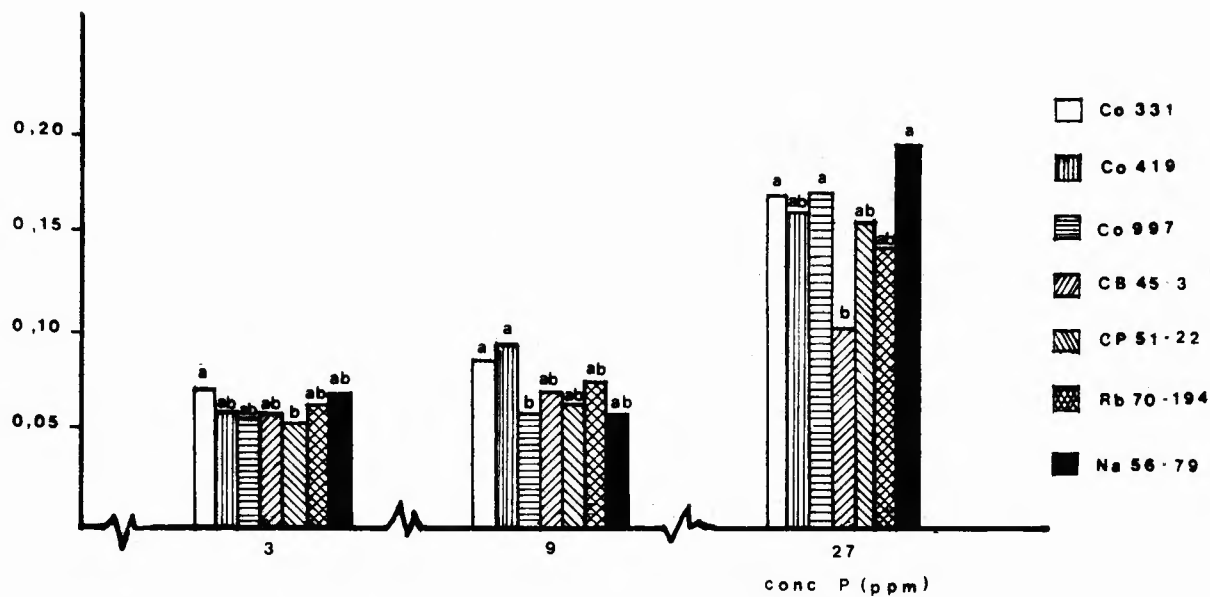


Figura 4 – Teores de P nas raízes de sete cultivares de cana-de-açúcar, cultivados por 110 dias, em solução nutritiva

Tabela 1 – Quantidade de P acumulado e eficiência de absorção de sete cultivares de cana-de-açúcar, em função dos níveis de P na solução nutritiva

CULTIVAR	R A I Z			PARTE AÉRERA			T O T A L			EFICIÊNCIA DE ABSORÇÃO*		
	níveis (ppm)			níveis (ppm)			níveis (ppm)			níveis (ppm)		
	3	9	27	3	9	27	3	9	27	3	9	27
	mg. planta ⁻¹						mg P.g de raiz					
Co 331	20,5a	22,0ab	48,2ab	20,7a	64,5ab	203,8bc	41,2a	86,5ab	252,0b	1,4ab	2,9b	9,1ab
Co 419	13,8ab	27,0a	50,0ab	17,0a	67,2ab	225,3b	30,8b	94,2ab	275,3b	1,2b	3,4b	8,9ab
Co 997	9,0b	10,0c	57,8a	19,0a	70,5ab	153,8d	28,0b	80,5b	211,8c	1,6a	4,0ab	6,4b
CB 45-3	12,0ab	21,3ab	28,8b	19,0a	89,3a	180,0cd	31,0ab	110,7a	208,8c	1,3ab	4,3a	7,4b
CP 51-22	10,5b	20,0ab	42,2ab	19,0a	63,2ab	187,5cd	29,5b	83,2b	229,8bc	1,3ab	2,7b	8,2b
Rb 70-194	8,0b	17,5bc	42,4ab	13,7a	54,0b	202,8bc	21,7b	71,5b	245,1bc	1,4ab	3,0b	8,4ab
Na 56-79	14,2ab	14,5bc	62,5a	22,8a	88,0a	271,5a	37,0ab	102,5ab	334,0a	1,6a	3,7ab	10,3a

Médias na mesma coluna seguidas de letras iguais não apresentam diferenças significativas pelo teste de Tukey, a nível de 5% de probabilidade.

* Quantidade de P absorvida por unidade de peso de raízes.

CONCLUSÕES

O cv. NA56-79 apresentou o melhor desempenho em todos os níveis de P, e em geral as cv. Co997 e RB70194 apresentaram pior desempenho. Destaca-se a eficiência da cv. Co331 em baixos níveis de P e Co419 nos mais elevados. O cv. CB45-3 apresentou as maiores concentrações de P, mas não houve o correspondente aumento de rendimento.

Nos níveis mais baixos de P, o desenvolvimento do sistema radicular parece ser o mais importante. À medida que aumenta a concentração no substrato destacam-se a transferência da raiz para a parte aérea e a eficiência de utilização do nutriente.

As respostas obtidas coincidem com o comportamento varietal observado no campo, sugerindo a possibilidade de utilização deste tipo de método para estudo da adaptabilidade das variedades a solos de baixa fertilidade.

ABSTRACT

The characteristics of seven of the most important cultivars in the northeastern of Brazil were studied in respect to their response to level of P in the nutrient solution. The cv. Co331, Co419, Co997, CB45-3, CP51-22, RB70-194 and NA56-79 were cultivated under greenhouse conditions using Hoagland's solution with 3, 9 and 27 ppm of P. The cv. NA56-79 had the highest P absorption efficiency and growth at all nutrient levels, while the cv. Co997 and RB70-194 had the lowest efficiencies. At the lowest P level, the growth of the root system was the most important feature for variety adaptation, while the translocation from root to shoot and the efficiency of utilization became important at higher levels. Besides NA56-79, the cv. Co331 had the best features for low P, CB45-3 for intermediate and Co419 or CP51-22 for high level of P.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – BARBER, S. A. Soil-plant interactions in the phosphorus nutrition of plants. In: KHASANNEH, F. E. et alii, eds. *The role of phosphorus in agriculture*. Madison, Agricultural Society of American, 1980. p.591-615.
- 2 – CHRISTIE, E. K. & MOORBY, J. Physiological responses of semiarid grasses. I. The influence of phosphorus supply on growth and phosphorus absorption. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, 26:423-36, 1975.
- 3 – CLARK, R. B. Plant genotype differences in the uptake, translocation, accumulation, and use of mineral elements required for plant growth. *Plant and Soil*, The Hague, 72:175-98, 1983.
- 4 – CLEMENTS, H. F. La absorcion y distribuicion de fósforo en la plants de caña de azúcar. *Agro-nomia Tropical*, Maracay, 5(1):3-25, abr./jul. 1955.

- 5 – NELSON, L. E. Phosphorus nutrition of cotton, peanuts, rice, sugarcane, and tobacco. In: KHASANNEH, F. E. et alii, eds. *The role of phosphorus in agriculture*. Madison, Agricultural Society of American, 1980. p. 693-736.
- 6 – NIELSEN, N. E. & BARBER, S. A. Differences among genotypes of corn in the kinetics of P uptake. *Agronomy Journal*, Madison, 70:(5)695-8, Sept./Oct. 1978.
- 7 – NOGUEIRA, R. J. M. C. *Efeitos do déficit hídrico no comportamento fisiológico de quatro cultivares de cana-de-açúcar, adubada ou não com nitrogênio mineral*. Recife, 1987. 150 p. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- 8 – ORLANDO FILHO, J. & HAAG, H. P. Levantamento do estado nutricional de N, P, K, Ca, Mg e S em 16 variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) pela análise foliar. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 88(2):10-27, ago. 1976.
- 9 – — ; ZAMBELLO JR., E.; HAAG, H. P. Influence of varieties and soil types on nutritional status of leaves of sugarcane ratoons. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. *Proceedings...* São Paulo, IMPRES, 1978. v. 2, p. 1165-74.
- 10 – OZANNE, P. G. Phosphate nutrition of plants. A general treatise. In: KHASAWNEH, F. E. et alii, eds. *The role of phosphorus in agriculture*. Madison, Agricultural Society of America, 1980. p. 559-89.
- 11 – ROCHA, M. A indústria brasileira de fertilizantes: Panorama atual e perspectivas. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 49(6):42-56, jun. 1981.
- 12 – ROSÁRIO, E. L.; CHANTHA, N.; LOPEZ, M. B. Influence of fertility level on yield determining physiomorphological characteristics of some sugarcane varieties. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 16., São Paulo, 1977. *Proceedings...* São Paulo, IMPRESS, 1978. v. 2, p. 1865-84.
- 13 – SULTANUM, E.; SILVA, M. C. A.; FABEL NETO, E.; CAVALCANTI, L. U.; FRANÇA, M. R.; ARAÚJO, O. T. *O fósforo na nutrição de cana-de-açúcar no Nordeste do Brasil*. Recife, Cooperativa dos Produtores de Açúcar e Alcool de Pernambuco, 1976. 65 p.
- 14 – WILLADINO, L. *Comparação varietal na absorção de fósforo durante a brotação de cana-de-açúcar e, translocação de fósforo durante a brotação da variedade Co997*. Recife, 1986. 82 p. Dissertação do Mestrado – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Everardo V. S. B. Sampaio pela revisão crítica do texto.

Recebido para publicação em 31 de dezembro de 1988.