

AVALIAÇÃO DE EXTRATORES DE SILÍCIO SOLÚVEL E DE ESCÓRIAS DE SIDERURGIA COMO FONTES DE SILÍCIO

BARBOSA, Newton Cabral¹; **CARNEIRO**, Marco Aurélio Carbone²; **PAIVA**, Janaíne de Brito²; **KORNDORFER**, Gaspar Henrique³; **PEREIRA**, Hamilton Seron⁴.

Palavras-chave: Extratores de silício, fontes silicatadas, arroz.

1. INTRODUÇÃO

O silício (Si) devido a sua importância comprovada para culturas como a cana-de-açúcar e arroz, já é considerado como nutriente de planta pela Legislação Brasileira de Fertilizantes. No entanto, sua comercialização como fertilizante ainda é problemática devido a falta de padronização dos laboratórios Brasileiros em métodos que possam quantificar o Si solúvel presente nas fontes. A falta de métodos adequados para quantificar este Si vem dificultando pesquisadores e agricultores na avaliação de fontes confiáveis para o fornecimento deste elemento às plantas. Desta forma, este trabalho se propõe a Identificar fontes de Si com alto potencial para uso na agricultura e avaliar soluções extratoras deste elemento nestas fontes.

2. METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado em casa de vegetação do CAJ/UFG utilizando-se o Delineamento Inteiramente Casualizados (DIC), composto de 26 tratamentos e 4 repetições, com a cultura do arroz, para determinar a reatividade e velocidade de liberação do Si proveniente das fontes aplicadas no solo. As aplicações dos tratamentos foram realizadas em vasos com 3,5 kg de solo seco (Neossolo Quartzarênico). Os vasos foram umedecidos até próximo a 70% da capacidade de campo para que as reações químicas ocorressem. Após 40 dias, o arroz foi plantado e colhido 90 dias após a germinação. Após a colheita foi avaliada a biomassa da parte aérea pesando o material seco em estufa a 65° C.

A absorção do Si pelas plantas foi quantificada através da análise foliar da parte aérea. As análises dos teores de Si na planta seguiram a metodologia descrita por Elliott & Snyder (1991).

Os extratores utilizados na análise das respectivas fontes foram acetato de amônio ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{NH}_4$) 77 g dm⁻³, ácido acético (CH_3COOH) 28,2 mL dm⁻³, ácido clorídrico (HCl) 42 mL dm⁻³, ácido fluorídrico concentrado (HF), carbonato de amônio ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$) 24 g dm⁻³, carbonato de sódio (Na_2CO_3) 10 g dm⁻³ + nitrato de amônio (NH_4NO_3) 16 g dm⁻³, hidróxido de sódio (NaOH) 5 g dm⁻³ e 10 g dm⁻³ e hidróxido de sódio (NaOH) 5 g dm⁻³ + nitrato de amônio (NH_4NO_3) 20g dm⁻³. A quantificação foi feita através da formação do complexo BETA-molibdosilicato reduzido pelo ácido ascórbico ou “azul-de-molibdênio” e leitura em espectrofotômetro a 660 nm (Kilmer, 1965).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A testemunha apresentou a menor produção de massa seca, 24,09g, enquanto o tratamento 16 (Acesita B920) apresentou a maior produção de massa seca, 32,73g. Mesmo tendo ocorrido estas variações na produção de massa seca, estas não foram significativas a ponto de diferir estatisticamente uma das outras.

Analisando a extração de silício, verifica-se que o tratamento 26 (sílica gel) foi à fonte silicatada que mais liberou Si para as plantas de arroz, diferindo

estatisticamente dos demais tratamentos, seguido do tratamento 19 (Siderme) que também liberou quantidades razoáveis de Si. Outro aspecto em comum, refere-se ao tratamento 20 (MB-4), que apresentou o pior resultado, mas, no entanto, não diferiu estatisticamente de boa parte dos demais tratamentos.

Na tabela 1 são apresentados os teores de Si nas fontes para as diferentes soluções extratoras. Verifica-se que os extratores ácidos são os que mais extraem Si das fontes, principalmente das fontes de escória de siderurgia de alto forno. O ácido fluorídrico 48% não atingiu os valores de Si total das fontes, este fato já vem sendo relatado por Korndorfer (informação pessoal) onde devido a dificuldade de se adquirir HF concentrado, tem-se tentado usar o reagente menos concentrado, mas não se tem obtido resultados satisfatórios.

O ácido clorídrico apresentou extração parecida ao ácido acético, mas conseguiu extrair quantidades maiores de Si devido ser um ácido forte. Em ambos os ácidos, as escórias de alto forno apresentaram-se estatisticamente diferentes a maioria das demais fontes, principalmente as fontes originadas de argilas silicatadas ou jazidas minerais (Microton, MB-4, serpentinito e xisto). Também apresentaram baixa extração com o ácido monossilícico e a sílica gel, isto é explicado devido a facilidade destas fontes se polimerizar em meio ácido.

Tabela 1. Concentração de Si nas fontes obtido pelos diferentes extratores.

Tratamentos	Hidróxido se sódio + nitrato de amônio	Acetato de amônio	Ácido acético	Ácido clorídrico	Extratores				
					Ácido fluorídrico	Carbonato de amônio	Carbonato de sódio + nitrato de amônio	Hidróxido de sódio (5g dm ⁻³)	Hidróxido de sódio (10g dm ⁻³)
Wolastonita	4,0 gi ¹	8,8 gi	1,0 h	43,4 de	89,8 hi	56,3 a	50,6 ab	19,1 d	4,9 d
Silifertil AF	1,1 i	3,5 jk	38,0 df	114,4 b	68,7 hk	4,8 fi	2,3 i	18,4 de	4,9 d
CSN AF	1,5 i	0,6 k	91,1 b	133,1 b	61,0 ik	2,0 hi	1,9 i	19,1 d	7,6 d
Açominas AF	1,5 i	2,8 jk	106,8 a	158,0 a	54,4 jk	1,5 hi	3,8 hi	19,1 d	5,8 d
Usiminas AF	1,7 i	3,7 jk	59,8 c	110,9 b	49,3 kl	3,3 hi	5,1 hi	20,3 d	7,8 d
Pitangui I AF	1,0 i	0,4 k	33,5 fg	175,2 a	83,2 hj	0,3 i	2,3 i	17,0 de	4,3 d
Acesita AF I	1,7 i	0,2 k	50,3 ce	177,2 a	170,5 bd	0,5 i	1,9 i	18,2 de	5,8 d
Acesita AF II	2,6 hi	0,9 k	80,8 b	160,8 a	67,4 ik	0,5 i	2,7 i	6,8 ef	6,2 d
Silifertil LD	14,1 de	12,8 eg	27,8 fg	48,0 de	18,3 lm	9,0 dg	10,7 fh	17,0 de	3,8 d
CSN LD	6,6 fg	14,8 df	24,2 fg	36,7 ef	14,3 m	10,4 de	12,5 eg	16,3 de	3,4 d
Acesita LD	5,9 fh	12,8 eg	30,3 fg	41,4 de	140,4 df	6,4 eh	7,6 gi	16,3 de	3,6 d
Açominas LD	8,2 f	7,1 hj	28,5 fg	36,4 ef	17,1 lm	4,4 gi	4,9 hi	16,6 de	4,5 d
Acesita 1030	12,7 e	19,4 bc	36,9 ef	46,3 de	60,0 ik	11,7 d	21,3 d	16,6 de	3,4 d
Acesita 210634	16,3 d	27,7 a	60,7 c	61,1 cd	100,8 gh	11,7 d	18,5 de	15,7 df	3,8 d
Acesita B920	15,1 de	23,8 ab	51,2 cd	61,7 cd	66,0 ik	9,9 df	16,2 df	17,0 de	5,1 d
Albrigh Wilson	2,0 i	17,6 cd	90,1 b	78,2 c	161,1 ce	33,6 c	56,3 a	16,8 de	3,0 d
Bermix	2,4 i	5,7 ij	21,2 g	34,2 ef	126,8 fg	2,4 hi	4,7 hi	16,3 de	3,8 d
Siderme	6,3 fg	18,9 cd	35,3 f	50,0 de	148,7 df	9,9 df	21,5 d	18,6 de	5,3 d
MB – 4	1,0 i	0,4 k	0,6 h	3,5 g	78,9 hk	2,0 hi	2,5 i	17,2 de	4,3 d
Microton	1,7 i	0,9 k	2,4 h	7,1 g	202,9 b	1,5 hi	2,7 i	17,9 de	5,1 d
Serpentinito	1,3 i	0,9 k	1,5 h	2,3 g	135,9 ef	0,7 i	2,3 i	16,1 df	2,3 d
Xisto	1,0 i	0,4 k	1,5 h	2,3 g	236,7 a	1,3 hi	2,3 i	4,2 f	2,3 d
Ác. Monossilícico	28,5 b	10,6 fh	1,5 h	1,6 g	154,8 cf	30,4 c	48,4 b	140,6 b	142,3 b
Silicato de sódio	43,4 a	15,3 ce	28,8 fg	16,6 fg	18,8 lm	41,5 b	45,0 b	42,5 c	35,7 c
Sílica gel	24,7 c	25,8 a	1,5 h	3,3 g	183,6 bc	28,9 c	35,7 c	240,8 a	282,0 a
C.V. (%)	14,7	17,8	14,2	13,3	12,1	16,8	17,1	14,4	25,3
Dms 5%	3,3	4,5	13,8	23,0	32,7	5,1	7,0	12,1	15,3

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

Na tabela 2 encontra-se as correlações entre os extratores das fontes e a extração de Si pela cultura do arroz. Verifica-se através dos dados que os extratores ácidos (ácido clorídrico, ácido acético e ácido fluorídrico), apresentaram em geral as piores correlações, isto ocorre devido ao fato destes extratores retirarem grandes concentrações de Si insolúvel das escórias de alto forno que são comprovadamente pobres no fornecimento de Si solúvel para as plantas e o inverso em fontes como a wollastonita e a sílica gel onde estes extratores retiram baixíssima quantidade de Si, sendo que estas fontes já apresentam comprovada eficiência.

Tabela 2. Correlações entre o silício extraído pelo arroz e os diferentes extratores de silício das fontes.

Solução extratora	R ² (%)
Ácido clorídrico	3,80
Ácido fluorídrico	7,18
Ácido acético	1,39
Acetato de amônio	50,16
Hidróxido de sódio 5g dm ⁻³	37,00
Hidróxido de sódio 10g dm ⁻³	38,26
Hidróxido de sódio + Nitrato de amônio	6,73
Carbonato de sódio + Nitrato de amônio	18,23
Carbonato de amônio	14,04

O acetato de amônio não se mostrou um extrator que retira quantidades expressivas de Si das fontes, mas sua correlação sugere uma boa simulação das raízes das plantas. O hidróxido de sódio a 5g e 10 g apresentaram correlações intermediárias, mas não reflete o ideal, pois a inclinação da curva nos gráficos de correlação ocorreram devido a alguns pontos que fugiram a distribuição normal, sendo os demais se concentrando em um nível de concentração baixo nas fontes.

O carbonato de sódio mais nitrato de amônio também apresentou uma correlação intermediária a baixa com relação ao acetato de amônio, verifica-se na curva do gráfico uma concentração de pontos de fontes com baixa extração de Si na fonte, mas com uma extração de Si entre 10 e 20 mg kg⁻¹ na planta. Isso se deve ao fato do solo ter participado ativamente no fornecimento de Si para as plantas e pode ter influenciado em parte uma melhor correlação dos extratores.

4. CONCLUSÃO

Os extratores ácidos não são adequados para avaliar a disponibilidade de silício em fontes fertilizantes, pois extraem Si insolúvel destas fontes, superestimando o teor solúvel deste nutriente. O acetato de amônio se mostrou bastante eficiente na extração do Si solúvel em fontes fertilizantes, mas ainda é cedo para afirmar se deve ser usado. Excetuando-se os extratores ácidos, as fontes sílica gel, Acesita 210634, Acesita B920, Wolastonita e Albrigh wilson, apresentaram melhores resultados na liberação de Si solúvel, diferenciando estatisticamente das demais fontes avaliadas e se destacando como sendo fontes silicatadas com alto potencial para uso na agricultura.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ELLIOTT, C.L. & SNYDER, G.H. 1991. Autoclave - Induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. J. Agric. Food. Chem. 39:1118-1119.
- KILMER, V.J. Methods of soil Analysis. Chemical and Microbiological Properties. (Agronomic Series, N0.9) Amer. Soc. Agron. Madison, Wisconsin, USA. Part 2, p.959-962. 1965.
- FONTE DE FINANCIAMENTO – CNPq/PIBIC.

¹ Bolsista de iniciação científica. UFG/CAJ – Curso de Agronomia, cabralagro@gmail.com

² Agronomia UFG/CAJ.

³ Professor do Instituto de Ciências agrárias UFU – Uberlândia MG.

⁴ Orientador / Professor do Curso de Agronomia UFG/CAJ. hsp@jatai.ufg.br