

# MÉTODOS DE ANÁLISES DE FÓSFORO, POTÁSSIO, CÁLCIO E MAGNÉSIO DISPONÍVEIS ÀS PLANTAS EM CINZA DE CASCA DE ARROZ

Rosane Maria Morales Guidotti<sup>1</sup>; Ledemar Carlos Vahl<sup>2</sup>, Rosa Maria Vargas Castilhos<sup>3</sup>

Palavras-chave: resíduo agroindustrial, solubilidade, extração

## INTRODUÇÃO

A cinza de casca de arroz (CCA), por ser oriunda de um resíduo vegetal, contém todos os nutrientes essenciais aos vegetais, o que suscita a possibilidade da sua utilização como fertilizante. Experimentalmente tem sido comprovado que de fato a CCA incorporada ao solo atua como corretivo de acidez (Gaviolli et al., 2007; Nolla et al., 2010; Pinto et al., 2009), no suprimento de nutrientes, notadamente fósforo, potássio, cálcio e magnésio, e no desenvolvimento das culturas (Donega et al., 2007; Silva et al., 2008, Palma et al., 2008). Além disso a CCA possui alta capacidade de adsorção de metais como cádmio, chumbo, cobre e zinco (El-Said et al, 2011; Feroze et al 2011). Embora os teores dos nutrientes sejam baixos em relação aos fertilizantes convencionais, com exceção do Si, em dosagens altas de CCA as quantidades totais de nutrientes aportadas ao solo podem ser proporcionalmente altas.

Quando uma fonte de nutrientes é aplicada ao solo, a informação mais relevante para nortear a dosagem do material a ser usada é seu efeito quantitativo na disponibilidade dos nutrientes para as plantas. O teor total de um nutriente na CCA não é, necessariamente, um indicador adequado desse efeito porque pode incluir substâncias insolúveis nas condições de cultivo. Para ser adequado e fornecer um índice de disponibilidade de determinado nutriente, o método precisa apresentar, também, correlação significativa entre o teor do nutriente extraído pelo método de análise química – nutriente recuperado – e algum indicador da planta, como a quantidade do nutriente absorvida ou a produção (Cantarutti *et al.*, 2007). Assim sendo, foi objetivo deste trabalho selecionar um método de análise química adequado para estimar a disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio pela CCA quando aplicada ao solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação da disponibilidade dos nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em CCA, foram coletadas 21 amostras em usinas de beneficiamento de arroz, em 12 municípios do Estado do Rio Grande do Sul (RS). As amostras de CCA, aproximadamente um quilograma deste material foram secas estufa com temperatura controlada (60-65°C) e tamisados em peneira de 2 mm. As determinações dos nutrientes nos Laboratórios de Química e Fertilidade do Solo, do Departamento de Solo na da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Os métodos de extração testados para os nutrientes P, K, Ca e Mg nas 21 amostras de CCA foram: 1 - água destilada, 2 - ácido clorídrico (HCl) 0,1 Mol L<sup>-1</sup> e 3 - Mehlich 3: ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) 0,2 Mol L<sup>-1</sup>, ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) 0,013 Mol L<sup>-1</sup> (3), nitrato de amônio (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>) 0,25 Mol L<sup>-1</sup>, fluoreto de amônio (NH<sub>4</sub>F) 0,015 Mol L<sup>-1</sup>. Para a avaliação do teor de P, K, Ca e Mg absorvidos pelas plantas foi instalado um experimento em casa de vegetação, em delineamento de blocos completos ao acaso, com três repetições, em esquema unifatorial, utilizando um argissolo vermelho amarelo, não

<sup>1</sup> Eng. Qui., Doutoranda, PPGMACSA-UFPEL, Campus Universitário s/n - Capão do Leão- RS, 96160-000, fone: (53) 3275-7396, e-mail: [rmmguidotti@hotmail.com](mailto:rmmguidotti@hotmail.com)

<sup>2</sup> Eng. Agro., Professor PPGMACSA e mail: [ledovahl@hotmail.com](mailto:ledovahl@hotmail.com)

<sup>3</sup> Enga. Agro Professora FAEM UFPEL e-mail: [rosa\\_castilhos@hotmail.com](mailto:rosa_castilhos@hotmail.com)

cultivado, coletado na profundidade de 0 a 20 cm. O fator de tratamento testado foi cinza, com 21 níveis, além de duas testemunhas, adubação mineral e solo. A unidade experimental foi composta por um vaso (balde plástico) com capacidade de 6 kg. Em cada vaso foram colocados 5,85 kg do solo com teor de umidade de 12%, tamisado em peneira de 10 mm e foi adicionados 50 g/vaso de CCA, seca em estufa com temperatura controlada (60-65°C) e tamisada em peneira de 2 mm, correspondendo a dose de 20 t ha<sup>-1</sup>. A parte aérea das plantas de milho foi coletada após 40 dias de cultivo e seca em estufa (60-65 °C). As plantas foram moídas e foi determinado o teor de massa seca e os teores totais de: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) determinados segundo descrito por Tedesco et al. (1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

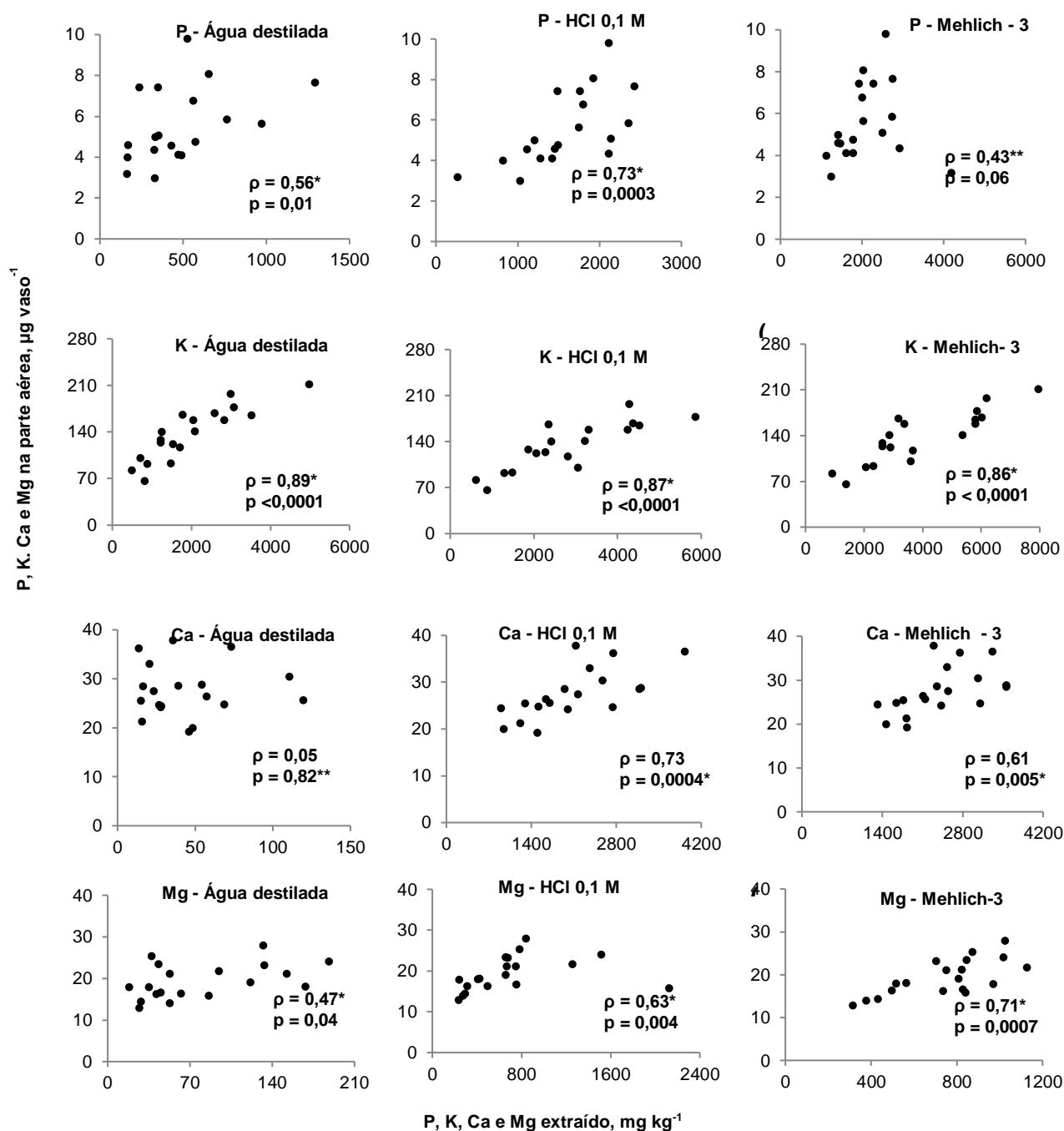
A tabela 1 mostra os teores de P, K, Ca e Mg extraídos pelos métodos 1 - água destilada, 2 - HCl 0,1 M e 3 - Mehlich 3. O método Mehlich 3 foi o que apresentou maior poder de extração de P, K, Ca e Mg e a água destilada foi a que apresentou o menor poder de extração. Em geral, para o P, K, Ca e Mg, o poder de extração obedeceu a seguinte ordem: método 3 > 2 > 1 . A amostra 5 diferiu em todos os parâmetros analisados das demais amostras de CCA, evidenciando que pode ter sido acrescentado outros resíduos, sólidos ou líquidos ao resíduo.

Tabela 1. Teores de P, K, Ca e Mg obtidos pelos métodos: 1- água destilada, 2- HCl 0,1 M e 3- Mehlich 3. FAEM-UFPEL/RS, 2016/17.

CCA	Métodos de extração														
	água destilada				HCl 0,1M				Mehlich 3						
	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg	P	K	Ca	Mg			
	(g kg <sup>-1</sup> )														
1	0,49 b C	0,50 f C	0,12 c C	0,17 b C	1,41 c B	0,62 e B	1,71 d B	0,42 d B	1,78 d A	0,91 e A	2,15 c A	0,56 d A			
2	0,35 c C	2,05 c B	0,04 d C	0,05 c C	1,49 c B	3,30 b A	1,95 c B	0,66 c B	1,92 c A	3,38 c A	2,35 c A	0,75 c A			
3	0,24 c C	1,25 d C	0,02 d B	0,04 c C	1,75 c B	2,42 c B	2,36 c A	0,66 c A	2,28 c A	2,86 c A	2,53 c A	0,84 c A			
4	0,33 c C	1,22 d C	0,01 d B	0,04 c C	2,11 b B	2,28 c B	2,75 b A	0,78 c B	2,91 c A	2,63 c A	2,76 c A	0,87 c A			
5	9,62 b B	6,75 a B	0,52 a C	1,56 a B	10,77 a B	8,76 a B	2,24 c B	1,72 b A	14,04 a A	11,19 a A	1,63 d A	1,30 b A			
6	0,43 b C	2,09 c C	0,02 d C	0,04 c C	1,11 d B	3,22 b B	1,30 d B	0,49 d B	1,46 d A	5,37 b A	1,77 d A	0,73 c A			
7	0,53 b B	1,78 c B	0,04 d	0,13 b C	2,11 b B	2,35 c A	2,14 c B	0,84 c B	2,58 c A	3,18 c A	2,29 c A	1,15 b A			
8	0,17 d B	1,23 d C	0,02 d C	0,04 c C	1,45 c A	1,87 d B	2,17 c B	0,41 d B	1,41 d A	2,63 c A	2,55 c A	0,51 d A			
9	0,56 b C	2,99 b C	0,05 d C	0,09 b B	1,80 c B	4,28 b B	3,21 b B	1,25 b A	2,00 c A	6,19 b A	3,56 b A	1,40 b A			
10	0,33 c B	2,59 b C	0,03 d C	0,05 c B	1,20 d A	4,37 b B	2,74 b B	0,75 c A	1,41 d A	6,02 b A	3,10 b A	0,99 c A			
11	0,57 b C	1,54 d C	0,06 c C	0,12 b C	1,49 c B	2,07 c B	1,64 d B	0,65 c B	1,78 d A	2,90 c A	2,11 c A	1,02 c A			
12	0,47 b C	2,83 b C	0,03 d C	0,09 b C	1,28 d B	4,24 b B	2,00 c B	0,71 c B	1,60 d A	5,80 b A	2,43 c A	0,98 c A			
13	0,35 c B	1,71 d C	0,02 d C	0,02 c C	2,13 b A	2,82 c B	3,18 b B	0,24 d B	2,49 c A	3,66 c A	3,57 b A	0,97 c A			
14	0,17 d C	0,89 e C	0,02 d C	0,03 c C	0,81 d B	1,29 d B	1,22 d B	0,29 d B	1,12 e A	2,07 d A	1,82 c A	0,43 d A			
15	0,77 b C	1,48 d B	0,11 c C	0,15 b C	2,35 b B	1,49 d B	2,57 b B	0,75 c B	2,73 c A	2,33 c A	3,07 b A	1,05 b A			
16	0,02 e C	5,96 a C	0,24 b C	0,23 b C	0,40 e B	8,56 a B	39,89 a B	6,64 a B	5,05 b A	10,82 a A	96,49 a A	3,15 a A			
17	0,16 d C	0,72 e C	0,05 d C	0,03 c C	1,48 c B	3,05 b B	0,95 e B	0,23 d B	1,84 d A	3,60 c A	1,47 d A	0,31 d A			
18	0,33 c C	0,83 e B	0,05 d C	0,05 c C	1,02 d B	0,88 d B	1,50 d B	0,27 d B	1,24 d A	1,38 d A	1,83 c A	0,37 d A			
19	1,29 b B	1,78 c A	0,07 d C	0,13 b C	2,42 b A	1,75 d A	1,52 d B	0,67 c B	2,75 c A	1,79 d A	1,64 d A	0,86 c A			
20	0,66 b B	3,07 b B	0,07 d C	0,19 b C	1,92 b A	5,86 b A	3,93 b B	0,51 d B	2,03 c A	5,85 b A	3,32 b A	1,08 b A			
21	0,97 b C	3,52 b C	0,03 d C	0,06 c C	1,74 c B	4,53 b B	0,90 e B	0,31 d B	2,03 c A	5,79 b A	1,32 b A	0,49 d A			

<sup>1</sup> Médias acompanhadas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (p ≤ 0,05) comparando as cinzas dentro de cada método, em cada nutriente. Médias acompanhadas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste tuckey (p ≤ 0,05) comparando os métodos dentro de cada nutriente, em cada cinza.

As correlações entre os teores de P nas CCAs e o P acumulado na parte aérea das plantas foram significativas (p ≤ 0,05) apenas para os métodos de extração com água e ácido clorídrico 0,1 Mol L<sup>-1</sup> e apresentaram coeficientes de correlação de 0,56 e 0,73, respectivamente, indicando correlações do tipo moderadas e forte (Figura 1). A solução de ácido clorídrico 0,1 Mol L<sup>-1</sup> mostrou-se superior na avaliação da disponibilidade de P para plantas. Por outro lado, para o método Mehlich-3 a correlação não foi significativa (p > 0,05).



**Figura 1** – Relação entre a quantidade de P, K, Ca e Mg acumulada na parte aérea do milho e o teor de P, K, Ca e Mg nas 21 amostras de CCA extraída em cada método: método 1 - água, método 2 - HCl 0,1 M, método 3 - Me-3, (\*significativo e \*\* não sigficativo a 1 e 5%, respectivamente).

Houve correlação significativa ( $p$  de  $<0,0001$ ) entre as quantidade de K absorvida pela parte aérea da planta e os teores de K nas CCAs extraídos pelos métodos água destilada, ácido clorídrico  $0,1 \text{ Mol L}^{-1}$  e Mehlich 3, apresentando coeficientes de correlação de 0,89, 0,87 e 0,86, respectivamente (Figura 1). Tais coeficientes indicam correlações fortes e, para os três métodos, eficiência semelhante na avaliação da disponibilidade de K para plantas.

Para Ca, as correlações entre a quantidade de Ca acumulada na parte aérea do milho e os teores de Ca extraídos pelas soluções ácido clorídrico  $0,1 \text{ Mol L}^{-1}$  e Mehlich 3 foram significativas ( $p = 0,0004$  e  $0,005$ ), apresentando coeficientes de correlação de 0,73 e 0,61, respectivamente, indicando correlações do tipo fortes. Não houve correlação significativa para o

método de extração com água destilada.

A quantidade de Mg acumulada na parte aérea do milho e os teores de Mg extraídos da CCA com água, solução de ácido clorídrico 0,1 Mol L<sup>-1</sup> e solução de Mehlich 3, apresentaram correlação significativa, com os coeficientes de correlação de 0,47, 0,63 e 0,71, respectivamente (Figura 1). Tais valores correspondem a correlações moderadas e indicando que os três métodos podem ser utilizados para prever a quantidade de Mg absorvida pela parte aérea da planta.

Embora tenham ocorrido correlações significativas entre a absorção de P, K, Ca e Mg e os teores extraíveis destes nutrientes da CCA por mais de um método, a adoção de um único método para todos os nutrientes é mais adequada na rotina do laboratório, porque o procedimento analítico torna-se mais rápido e apresenta menor custo. Neste caso, embora para cada nutriente em particular um ou outro método possa ter sido melhor, o método que teve desempenho mais aceitável para os quatro elementos foi a solução de ácido clorídrico 0,1 mol L<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÃO

A grande variabilidade nos teores de P, K, Ca e Mg entre as CCAs, evidencia a necessidade da quantificação destes nutrientes na CCA para cálculo de dosagens a serem aplicadas ao solo; O extrator mais adequado para análise da solubilidade de P, K, Ca e Mg é o HCl 0,1 mol l<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANTARUTTI, R. B.; NOVAIS, R.F.; alvarex, v.h.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.; NEVES, J.C.L. **Avaliação da fertilidade do solo e recomendação de fertilizantes**. In: Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 769-850.
- DONEGA, M. A.; VOLK, L. B.; NOLLA, A.; GAVIOLLI, T. O. **Avaliação do uso de casca de arroz carbonizada no desenvolvimento do sistema radicular do milho (Zea mays)** In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado – RS, 2007
- EL-SAID, A. G. **Biosorption of Pb (II) ions from aqueous solutions on to rice husk and its ash**. Journal of American Science, v. 6, p. 10-17, 2010.
- FEROZE, N. et al. **Kinetic and equilibrium studies for Zn (II) and Cu (II) metal ions removal using biomass (rice husk) ash**. J. Chem. Soc. Pak., vol.33, n.2, p.139, 2011.
- GAVIOLLI, T. O.; VOLK, L. B.; NOLLA, A.; DONEGA, M. A. **Correção da acidez do solo, fertilização e crescimento do milho submetido à aplicação de casca de arroz carbonizada**. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Gramado-RS, 2007.
- NOLLA, A.; VOLK, L. B. S.; MUNIZ, A. S.; SILVA, T. R. B. **Correção da acidez do solo em profundidade através do uso de carbonatos, silicatos e casca de arroz em lisímeros**. Revista cultivando o saber, 3(2):1-8, 2010.
- PALMA, I. P.; NOLLA, A.; VOLK, L. B.; GAVIOLLI, T. O.; SANDER, G. **Crescimento de plantas de milho em um latossolo arenoso adubado com cinza de casca de arroz e duas fontes de nitrogênio**. 2008. Anais Disponível em: <http://www.fundaçãoaraucaria.org.br/projetos/projetos09-2008/13391>. Acesso em 2015.
- PINTO, M.A.B.; VAHL, L. C.; ISLABÃO, G.O.; TIMM, L.C. **Casca de arroz queimada como corretivo de acidez do solo**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, v.32, 2009, Fortaleza. Anais do... Fortaleza: SBCS, 2009. CD-ROM
- SILVA, F. F.; BERTONHA, A.; FREITAS, P. S. L.; MUNIZ, A. S.; FERREIRA, R. C. **Aplicação de cinza da casca de arroz e de água residuária de fecularia de mandioca na cultura de aveia**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, 1(1):25-36, 2008.