



## Variação temporal dos cátions $K^+$ , $Ca^{2+}$ e $Mg^{2+}$ na solução do solo sob dendezal e floresta primária na Amazônia Central <sup>(1)</sup>.

**Omar Cubas Encinas<sup>(2)</sup>; Wenceslau Geraldes Teixeira<sup>(3)</sup>; Wanderlei Antonio Alves de Lima<sup>(4)</sup>; Adriana Costa Gil de Souza<sup>(2)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do projeto da carteira de projetos da Embrapa Solos e Embrapa Amazônia Ocidental.

<sup>(2)</sup> Doutorandos no Programa de Pós Graduação em Agronomia Tropical na Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Manaus - AM. [o\\_cubas@hotmail.com](mailto:o_cubas@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Pesquisador na Embrapa Solos - CNPS; <sup>(4)</sup> Pesquisador na Embrapa Amazônia Ocidental.

**RESUMO:** O estudo da solução do solo está relacionado ao fato de que as plantas, predominantemente, absorvem os nutrientes presentes na solução do solo. Com o objetivo de avaliar a influência do uso e manejo do solo e variações temporais, decorrentes das condições climáticas na concentração dos cátions  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  da solução do solo (SS) sob dendezal (DD) e floresta primária (FP), foi instalado um experimento no Campo experimental do Rio Urubu (CERU), município de Rio Preto da Eva, AM. A SS foi coletada intensivamente por meio de um sistema de cápsulas de sucção automatizado, instalado a 20, 40 e 100 cm de profundidade sob DD e FP. Nos 20 cm, as concentrações de  $K^+$  na SS no início do estudo, foram de 0,53 e 0,31  $mg L^{-1}$ , elevando-se no mês de março a 1,57 e 0,68  $mg L^{-1}$ , respectivamente, para DD e FP. Nos 40 cm sob DD houve uma diminuição das concentrações de  $K^+$  na SS no final de fevereiro; na mesma época, incrementaram-se nos 100 cm, evidenciando lixiviação, devido às elevadas precipitações. As concentrações de  $Ca^{2+}$  na SS foram constantes no período de estudo nas duas áreas, ficando na faixa de 3 a 4  $mg L^{-1}$ , respectivamente. As curvas de  $Mg^{2+}$  no DD apresentaram maior variabilidade do que na FP. Na FP os teores ficaram abaixo de 0,1  $mg L^{-1}$ . Os teores de  $K^+$  e  $Mg^{2+}$  na SS apresentam maior variabilidade que o  $Ca^{2+}$ , movimentando-se das camadas mais superficiais às mais profundas na época chuvosa.

**Termos de indexação:** *Elaeis guineenses*, Adubação, Lixiviação.

### INTRODUÇÃO

O estudo da solução do solo está relacionado ao fato de que as plantas, predominantemente, absorvem os nutrientes presentes na solução do solo. Segundo Raji (1991), a absorção de elementos químicos pelas raízes das plantas é realizada a partir da solução do solo. Esta por sua vez, pode ser evaporada ou drenada para as camadas mais

profundas do solo, dependendo da umidade e das características de permeabilidade do solo (Reichardt, 1990).

Os solos altamente intemperizados da Amazônia Central apresentam fertilidade natural muito baixa, necessitando de boas práticas no manejo de nutrientes para uma produção contínua (Cravo e Smyth, 1997). A alta intensidade das chuvas e da condutividade hidráulica dos solos de terra firme da Amazônia Central pode contribuir para uma grande e rápida percolação da água (Rozanski et al., 1991). Os mesmos processos de perda de água, reforçado pela elevada precipitação anual da Amazônia Central (2500 mm), podem levar uma quantidade considerável de nutrientes (lixiviação) por debaixo da zona radicular. O conhecimento da composição química da solução de solo fornece subsídios importantes para o entendimento das alterações físicas e químicas advindas do uso e manejo e para o monitoramento das várias práticas de melhoramento do solo (Campbell et al., 1989).

Por outro lado, quando se tem um conjunto de dados de análise de amostras coletadas com igual espaçamento dentro de um ano, é idealmente por mais de um ano, pode se fazer inferências importantes sobre os efeitos que tem diferentes fatores nos teores de nutrientes na solução do solo, tais como: a adubação e a distribuição das chuvas e podem-se propor modificações aos procedimentos convencionais, principalmente quanto a datas e frequências de adubação. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do uso e manejo do solo e variações temporais, decorrentes das condições climáticas na concentração dos cátions  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  da solução do solo sob dendezal e floresta primária.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental do Rio Urubu (CERU), pertencente a Embrapa Amazônia Ocidental, município de Rio Preto da Eva – AM. (coordenadas: 2°26'49.70" S, 59°33'43.50" O). O clima da região, segundo a classificação de



Köppen, é do tipo Ami, quente úmido, tropical chuvoso com variação anual de temperatura inferior a 5° C sem definição de estações verão e inverno. A temperatura média anual varia em torno de 27° C, com média de máximas de 32° C e mínima de 21° C. A média da umidade relativa do ar é de 85%. A pluviosidade anual média de 16 anos é de aproximadamente 2.258 mm. O solo no local foi classificado como Latossolo Amarelo distrófico, textura muito argilosa. O estudo foi instalado em um dendezal de 2,72 ha. A área foi plantada com dendezeiros em março de 1987 após a derrubada da floresta primária. Em 1999 os dendezeiros foram eliminados utilizando herbicidas e tombadas com trator de esteira e deixadas no local. Novos dendezeiros foram plantados no ano 2000, com espaçamentos entre plantas de 9,0 x 9,0 m, na forma de triângulo equilátero (143 plantas ha<sup>-1</sup>). O histórico das adubações a partir de 2009 pode ser observado na Tabela 1.

A solução do solo (SS) foi coletada intensivamente por meio de um sistema automatizado em três locais próximos a dendezeiros de 14 anos de idade. O sistema está formado por um conjunto de extratores de SS conectados a garrafas de 500 ml hermeticamente fechadas que armazenam a SS. Esta por sua vez, foi conectada a uma unidade de controle de vácuo, alimentada com bateria e conectada a um painel solar.

Os extratores foram instalados de forma simétrica, com espaçamento fixo a ser seguido, ou seja, a 1,5 m do estipe do dendezeiro monitorado e a 1,0 m de distância entre os extratores, na faixa do carreador, em três profundidades: 20, 40 e 100 cm. Cada dendezeiro é considerado uma parcela, totalizando três repetições. O mesmo sistema automatizado e esquema de coleta da SS foi instalado em uma área de FP que fica a 200 m do dendezal, sendo que os pontos de amostragem foram realizados aleatoriamente próxima a três árvores maiores do que 25 m de altura.

As amostras da SS foram coletadas em tubos falcon de 50 ml e guardadas em isopor contendo gelo. O procedimento de amostragem foi realizado a cada 15 dias. A cada amostragem as garrafas foram limpas com água deionizada e fechadas novamente para a próxima coleta. Este procedimento foi realizado durante oito meses. Antes de serem analisadas, as amostras foram retiradas do isopor até atingir a temperatura do ambiente (25 °C). As análises de K<sup>+</sup> foram realizadas utilizando um eletrodo específico para íon de potássio, conectado a um aparelho portátil Orion 4 Star. O aparelho é ligado 30 minutos antes das análises de K<sup>+</sup> para estabilização. A calibração do eletrodo foi realizada construindo uma curva de calibração com soluções padrão de 0,5; 1; 2; 5; 10 e 100 ppm de K<sup>+</sup>. Após as

leituras de cada amostra, o eletrodo foi lavado com água deionizada. Os íons Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> foram analisados utilizando a técnica de espectrometria de emissão por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES) no laboratório da Embrapa solos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Potássio na solução do solo

A variação temporal do K<sup>+</sup> na SS e o seu comportamento nas três camadas das duas áreas em estudo, são apresentados na figura 1a,b,c. Nela observa-se uma grande variabilidade dos teores, apresentando diminuição e picos acentuados. Em geral, as curvas de potássio em solução seguiram as mesmas tendências ao longo do período de estudo, principalmente na camada de 20 e 100 cm (Figura 1a, c).

As concentrações médias de K<sup>+</sup> na SS em 28/01/14, na camada superficial (Figura 1a), foram de, aproximadamente, 0,53 e 0,31 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, para o dendezal (DD) e floresta primária (FP). Esses valores aumentaram acentuadamente no mês de maior precipitação (março), e que podem ser atribuídos em parte à liberação do potássio imobilizada na matéria orgânica nos restos vegetais que recobrem o solo sob DD e FP.

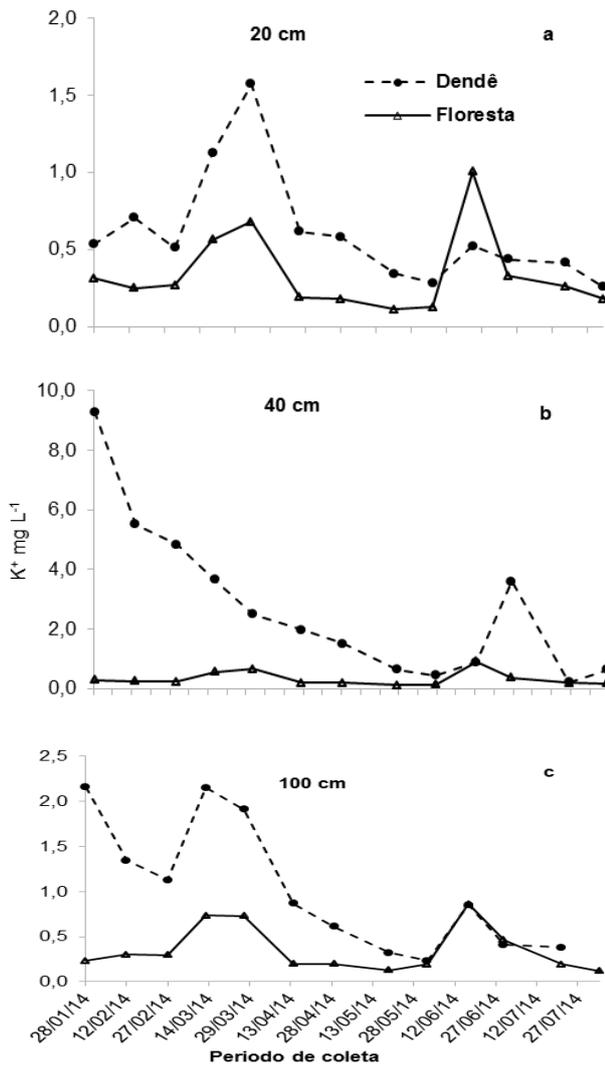
Na camada de 40 cm sob DD, observa-se uma diminuição acentuada das concentrações de K<sup>+</sup> na SS no final de fevereiro; quase que simultaneamente à diminuição de potássio na mesma camada, detectou-se um aumento acentuado na camada de 100 cm (Figura 1c). Segundo as conclusões de Souza et al. (2012), nos meses de maior precipitação pluvial, há potencial de perda de nutrientes por lixiviação. Estas conclusões coincidem com os resultados encontrados neste estudo e mencionados linhas acima, onde o K<sup>+</sup> foi deslocado dos sítios de troca da camada de 40 cm, movimentando-se ao longo do perfil por lixiviação até a camada de 100 cm, produto das elevadas precipitações.

Segundo Miranda et al. (2006), no solo sob FP, as variações porventura existentes na SS são, provavelmente, decorrentes de variações climáticas, lixiviação de copa e tronco da floresta, atividade microbiana e sazonalidade na absorção de nutrientes pela vegetação.

### Cálcio na solução do solo

De acordo com os resultados obtidos, as concentrações médias de Ca<sup>2+</sup> na SS das camadas de 20 e 40 cm sob DD foram quase que constantes ao longo do período de estudo (Figura 2a,b). Esses

valores ficaram na faixa de 3 a 4 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, com exceção das coletas realizadas na camada de 40 cm no final do mês de maio (período seco), onde apresenta alguma variação. Os resultados também mostram no período de maior precipitação (março – maio), um leve incremento dos teores de cálcio na SS nos 100 cm sob DD (Figura 2c).

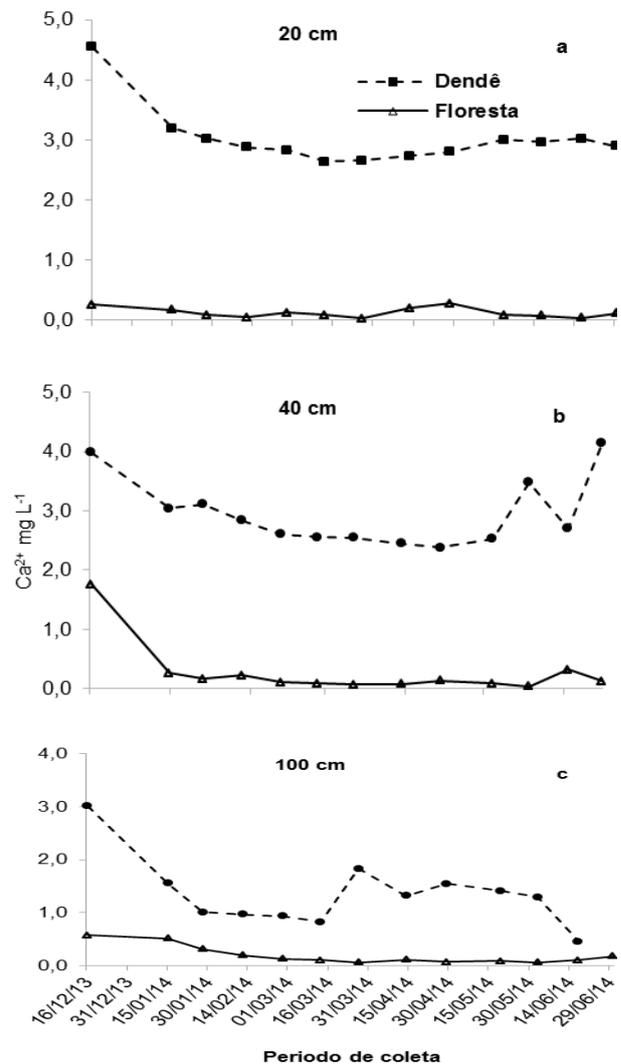


**Figura 1** – Variação quinzenal do K<sup>+</sup> na solução do solo em dendê e floresta primária, no Campo Experimental do Rio Urubu (Embrapa/CPAA), Rio Preto da Eva – AM.

Assim como no DD, na aérea de FP, também se observa pouca variação ao longo do período de estudo nas três camadas, mantendo-se quase constantes os teores de Ca<sup>2+</sup> e abaixo de 1 mg L<sup>-1</sup>, evidenciando a baixa mobilidade deste cátion e pouca perda por lixiviação.

### Magnésio na solução do solo

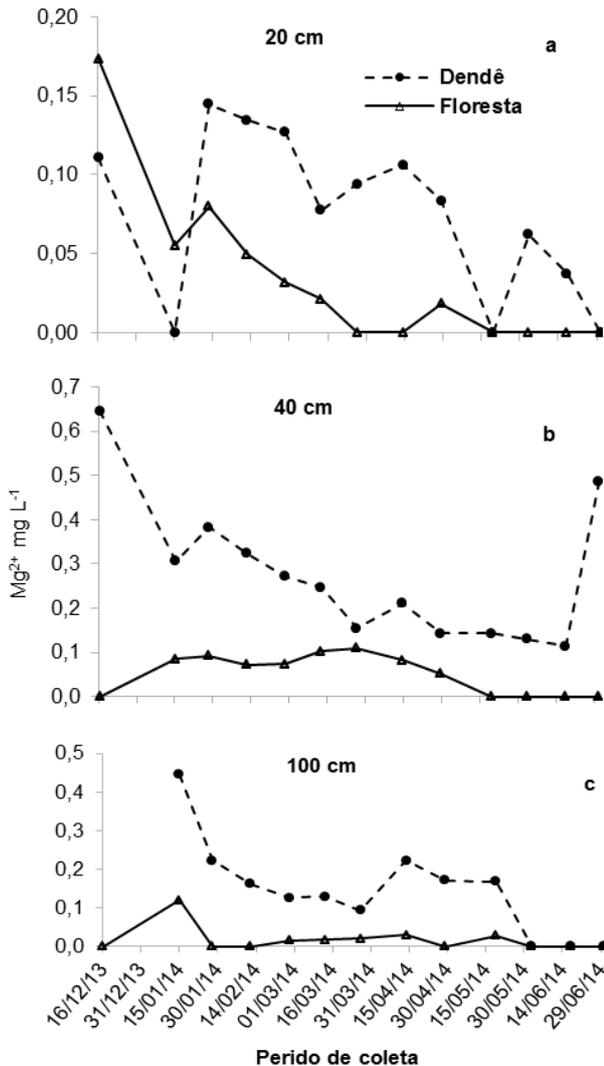
As curvas de magnésio na SS sob DD apresentaram maior variabilidade do que na FP ao longo do período estudado (Figura 3a, b, c). No período chuvoso, houve elevação do teor de magnésio na SS, principalmente na camada superficial sob DD (Figura 3a). Os teores de Mg<sup>2+</sup> nas três profundidades do solo sob FP, apresentaram-se abaixo de 0,1 mg L<sup>-1</sup> e na época seca (junho), ficaram abaixo do limite de detecção do método (Figura 3a,b,c).



**Figura 2** – Variação quinzenal do Ca<sup>2+</sup> na solução do solo em dendê e floresta primária, no Campo Experimental do Rio Urubu (Embrapa/CPAA), Rio Preto da Eva – AM.

De forma geral, podemos observar que a amostragem quinzenal foi suficiente para detectar a variação na concentração dos três cátions estudados na solução do solo das duas áreas,

mostrando em alguns casos processos de lixiviação.



**Figura 3** – Variação quinzenal do  $Mg^{2+}$  na solução do solo em dendezal e floresta, no Campo Experimental do Rio Urubu (Embrapa/CPAA), Rio Preto da Eva – AM.

## CONCLUSÕES

Os teores de  $K^+$  e  $Mg^{2+}$  na solução do solo das duas áreas apresentam maior variabilidade do que o  $Ca^{2+}$ , movimentando-se das camadas mais superficiais às mais profundas na época chuvosa.

A amostragem quinzenal foi suficiente para detectar variação na concentração dos três cátions estudados.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Embrapa Amazônia Ocidental/ Solos pela logística e infraestrutura concedida e à CAPES pela concessão da bolsa.

## REFERÊNCIAS

CAMPBELL, D. J. et al. The soil solution chemistry of some oxfordshire soils: temporal and spatial variability. *Journal Soil Science*, 40:321-339, 1989.

CRAVO, M. S. & SMITH, T. J. Manejo sustentado da fertilidade de um latossolo da Amazônia Central sob cultivos sucessivos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21:607-616. 1997.

MIRANDA, J. et al. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 30:633-647. 2006.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba, CERES, POTAFOS, 1991. 434p.

REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1990. 188p.

ROZANSKI, K. et al. Water movement in the Amazon soil traced by means of hydrogen isotopes. In: *Stable Isotopes in Plant Nutrition, Soil Fertility and Environmental Studies*. International Atomic Energy Agency, Weikersheim, Austria. 1991. p. 561-563.

SOUZA, T. R. D. et al. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 846-854. 2012.

**Tabela 1.** Histórico de adubações da área dendê CERU.

ANO	PRODUTOS UTILIZADOS NA ADUBAÇÃO					
	$(NH_4)_2SO_4$ <sup>(1)</sup>	Arad <sup>(2)</sup>	KCl <sup>(3)</sup>	$MgSO_4$ <sup>(4)</sup>	Boro <sup>(5)</sup>	FTE <sup>(6)</sup>
----- g planta <sup>-1</sup> -----						
2009	2000	3000	1500	700	150	150
2010	1000	2000	1500	1200	200	200
2012	2000	3000	2000	2000	200	200

<sup>(1)</sup>Sulfato de Amônio (S=22% e 20% de  $NH_4$ ), <sup>(2)</sup>(Ca= 37%;  $P_2O_5$ = 33% e S= 1%), <sup>(3)</sup>Cloreto de Potássio ( $K_2O$ = 60%), <sup>(4)</sup>Sulfato de Magnésio (Mg= 9%; S= 11%), <sup>(5)</sup>(B= 10%), <sup>(6)</sup>(S= 3,2%; B= 1,8%; Cu= 0,8%; Mn= 2%; Mo= 0,1% e Zn= 9%).