

## Propriedades Químicas do Solo Sob Milho-Safra Consorciado Recém-Implantado

**Gabriel Pastore de Macedo<sup>(1\*)</sup>(2); Lucas Augusto de Assis Moraes<sup>(3)</sup>; Alex Figueiredo<sup>(3)</sup>; Duan Catharino de Carvalho<sup>(2)</sup>; Juliana Gimenes de Moraes<sup>(2)</sup>; João Tavares Filho<sup>(4)</sup>; Maria de Fátima Guimarães<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Universidade Estadual de Londrina; Londrina-PR, Brasil, 86057-970 (\*apresentador, gabriellpmacedoagrouel@gmail.com)

<sup>(2); (3); (4)</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL); Londrina – PR, Brasil, 86057-970.

<sup>(2)</sup> Graduação; <sup>(3)</sup> Pós-graduação; <sup>(4)</sup> Professor Dr.

**RESUMO:** O uso de consórcios na cultura do milho tem sido uma prática de manejo adotada a fim de elevar a fertilidade do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos de diferentes consórcios associados a doses crescentes de nitrogênio, nas propriedades químicas do solo na cultura do milho. Foi implantado um experimento em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema fatorial (4 x 3), sendo os fatores constituídos de 4 consórcios (milho associado a: ausência de adubo verde; braquiária; crotalária; e, braquiária + crotalária); e três doses de nitrogênio (0, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>). Foram coletadas amostras nas camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m e avaliados: pH; teores de H+Al<sup>3+</sup>, P, Ca, Mg, K, CTC(T) e V%. Os dados foram submetidos ao teste F (p<0,05), desdobrados quando interação significativa, e as médias comparadas pelo teste Tukey (5%). Os resultados permitiram concluir que o consórcio milho + braquiária é o mais eficiente na melhoria da fertilidade do solo, corroborados pelos incrementos nos teores de Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> e V%.

**Termos de indexação:** fertilidade, adubação verde, cultura de cobertura.

### INTRODUÇÃO

Ao longo de mais de três décadas a cultura do milho foi acompanhada de diversos avanços e transformações, que colaboraram para o alcance de maiores produtividades e melhores práticas de manejo (CRUZ et al., 2011). Além disso, uma das principais transformações neste período tange a mudança na ocupação de área pelo milho, primeira e segunda safra.

Segundo a Conab (2018), a partir da safra 2011/12, a área do milho segunda safra – ou safrinha, passou a ser maior que o milho safra. Uma das razões para este fato concerne a maior liquidez econômica pela cultura da soja na época da safra de verão. Contudo, a escolha pelo milho safra, ainda denota ser uma opção na vertente da prática de rotação de culturas.

A utilização da cultura do milho, independente se em rotação de culturas ou solteiro para comercialização de grãos, pode ser vinculada a práticas de manejo, como o consórcio. Pitol et al. (2006) define consórcio sendo o uso simultâneo da cultura comercial com um adubo verde, e que o emprego da consorciação, tende a elevar a qualidade do solo em razão de promover o aumento da matéria orgânica e atividade biológica. Logo, o que eleva a fertilidade do solo.

Em pesquisa, com uso de milho consorciado com braquiária, Cruz et al. (2009) verificaram que o não revolvimento do solo somado ao manejo do milho consorciado incrementou os teores de matéria orgânica e os teores de nutrientes. Da mesma forma, Silveira et al. (2010) concluíram após duas safras que o uso de adubos verdes, além do consórcio milho + braquiária, promoveu aumentos nos teores de Ca, Mg, K, P e micronutrientes no solo. Por conseguinte, os autores mencionam que o tempo de experimento – dois anos, pode ser um fator importante nos resultados obtidos.

Face ao exposto, sob a hipótese que o uso de adubos verdes em consorciação com a cultura do milho acarreta melhorias as propriedades químicas do solo, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos de diferentes consórcios associados a doses crescentes de nitrogênio, nas propriedades químicas do solo, em área recém-implantada com milho safra.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, sob solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa. A área contempla um histórico de manejo de sucessão entre soja e trigo, com pousio nos intervalos de semeadura das culturas comerciais, no período de setembro/2014 a setembro/2017. A semeadura das culturas comerciais era realizada diretamente, isto é, sem revolvimento do solo, após a dessecação das plantas daninhas. Em outubro/2017 (entre os dias 4 e 11/10/17), a área foi submetida ao

preparo convencional, com aplicação superficial de calcário dolomítico (2 toneladas) e posterior operações, nesta ordem, de escarificação (a 0,30 m de profundidade), e grade aradora + grade niveladora (0,20 m de profundidade). Após tais operações, iniciou-se a implantação do experimento.

### Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema fatorial 4 x 3, sendo os fatores constituídos por 4 tipos de consórcios: MS, Milho Solteiro; MC, Milho + *Crotalaria spectabilis*; MB, Milho + Braquiária (*Urochloa ruziziensis*); e, MIX, Milho + Braquiária + *Crotalaria spectabilis*; e, três doses de nitrogênio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ): 0, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup>. A semeadura do experimento ocorreu no dia 14 de novembro de 2017, de forma direta, ou seja, sem revolvimento do solo, após 10 dias de dessecação das plantas daninhas.

Foi utilizado o espaçamento de 0,9 m para cultura do milho, distribuída 7 sementes m<sup>-1</sup>, com uma população estimada em 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A braquiária foi semeada na entrelinha do milho (a 0,45 m), a taxa de 5 kg ha<sup>-1</sup>. Para a *Crotalaria spectabilis*, optou-se pela semeadura a 0,17 m da linha do milho. E quanto ao MIX, as espécies vegetais foram semeadas conforme espaçamento descrito anteriormente.

No que se refere as adubações, para adubação de semeadura aplicou-se 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 10-15-15. Já adubação de cobertura, foi realizada após 40 dias após a semeadura, em V4, sob utilização das três doses de nitrogênio testadas. E entre os dias 13 e 14 de abril de 2018, foi realizada a colheita.

As amostras de solo foram coletadas com trados tipo holandês, nas camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m. Coletaram-se duas amostras por subparcela, para formação de uma amostra composta. Após as amostras foram secas ao ar livre e peneiradas em malha 2 mm.

Para as análises químicas de solo, seguiram-se recomendações conforme Embrapa (2009). A acidez ativa (pH) e acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}^{3+}$ ), foram determinadas respectivamente, por meio das soluções de  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol L<sup>-1</sup> e SMP. Quanto aos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  foi utilizada como solução extratora o KCl, determinando-se seus teores através de espectrofotometria de absorção atômica. Já os teores de P e K<sup>+</sup>, foram extraídos em solução Mehlich-1 e determinados respectivamente, em espectrofotometria e fotômetro de chamas.

### Análise Estatística

Inicialmente os dados, por camadas, foram submetidos aos Testes de Hartley e Shapiro Wilk, a

fim de verificar-se, respectivamente, a presença de homocedasticidade e normalidade entre os dados. Posteriormente, seguiu-se a realização do Teste F ( $p$ -valor < 0,05), desdobrando-se os fatores quando significativos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). Para tais, utilizou-se o software Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância é descrito na tabela 1. É possível observar que independente da propriedade química e camada avaliada não houve interação significativa entres os fatores). Além disso, verifica-se que para acidez ativa (pH  $\text{CaCl}_2$ ), teores de  $\text{Mg}^{2+}$  e fósforo, não houve efeito significativo, tanto para tratamentos quanto para doses.

De outra forma, nota-se efeitos de tratamentos para acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}^{3+}$ ), teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e K<sup>+</sup>, CTC Potencial e V% (Tabela 1). Para acidez potencial, os consórcios MS e MIX apresentaram superioridade significativa na camada de 0,0 – 0,10 m, em relação a MB e MC, e valores significativos contrastantes entre MIX e MB, na camada de 0,10 – 0,20 m (Figura 1, B).

Já os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ , na camada de 0,20 – 0,40 m, obtiveram incrementos significativos entre os consórcios MB e MIX (Figura 1, C). Quanto aos teores de K<sup>+</sup>, o consórcio MB demonstrou superioridade significativa na camada de 0,10 – 0,20 m (Figura 1, E).

Para CTC Potencial, os consórcios MS e MX foram significativamente iguais e superiores a MC e MB na camada de 0,10 – 0,20 m (Figura 1, F). E no que se refere a V%, o consórcio MB apresentou diferença significativa para com MS na camada 0,0 – 0,10 m, assim como na camada 0,10 – 0,20 m, sendo o MB superior em relação aos outros consórcios testados (Figura 1, H).

Com relação a acidez potencial (Figura 1, B), tais resultados de maiores valores significativos para MS e MIX, podem estar relacionados a diferentes fatores. Para o MS, é possível que a rápida degradação das plantas daninhas tenha favorecido um baixo aporte de matéria orgânica e assim, diminuindo os efeitos das moléculas orgânicas na neutralização dos íons  $\text{H}^+$ . Por outro lado, a alta presença de resíduos vegetais no MIX, incrementa a atividade microbiana a decomposição da cobertura vegetal. Logo, acarretando reações entre  $\text{CO}_2$  e íons  $\text{H}^+$ , que a eleva a acidez potencial (PRIMAVESI, 2017).

Para o aumento dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  na camada 0,20 – 0,40 m, nos consórcios MB e MIX (Figura 1, C), fomenta-se as relações de reação entre moléculas orgânicas e cátions polivalentes, como abordado por Franchini et al. 1999. Desse modo, sendo o  $\text{Ca}^{2+}$  neutralizado por estas moléculas, torna-se possível sua lixiviação para as camadas subsuperficiais.



**Tabela 1.** Resumo da análise de variância (valores de p-valor) para as propriedades químicas do solo avaliadas por camada avaliada: Acidez ativa (pH CaCl<sub>2</sub>) e potencial (H+Al<sup>3+</sup>); teores de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>; CTC Potencial (CTC(T)); Saturação por bases (V%); e, Fósforo disponível (P-disp).

FV	pH	H+Al <sup>3+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	CTC	V%	Pdisp
10cm								
Bloc	0,02	0,52	0,46	0,34	0,24	0,49	0,29	0,13
Trat	0,72	<b>0,00</b>	0,58	0,12	0,14	0,07	<b>0,01</b>	0,14
Dose	0,12	0,20	0,93	0,30	0,54	0,86	0,09	0,98
Inter.	0,93	0,35	0,76	0,68	0,43	0,87	0,78	0,88
CV	8,75	35,17	35,35	24,80	49,62	16,33	14,70	29,84
20cm								
Bloc	0,05	0,55	0,72	0,27	0,42	0,94	0,37	0,40
Trat	0,30	<b>0,02</b>	0,39	0,09	<b>0,05</b>	<b>0,00</b>	0,05	0,85
Dose	0,38	0,69	0,88	0,78	0,40	0,72	0,89	0,28
Inter.	0,98	0,66	0,86	0,76	0,76	0,38	0,91	0,75
CV	8,73	23,46	26,73	23,39	69,69	12,70	21,09	48,25
40cm								
Bloc	0,85	0,62	0,15	0,42	0,56	0,11	0,86	0,37
Trat	0,73	0,24	<b>0,00</b>	0,42	0,50	0,46	0,17	0,32
Dose	0,89	0,38	0,68	0,48	0,45	0,85	0,43	0,54
Inter.	0,17	0,79	0,80	0,84	0,86	0,25	0,99	0,64
CV	11,01	16,51	25,84	14,24	67,49	9,14	16,36	26,01

Valores < 0,05 são significativos ao Teste F (p-valor < 0,05). FV = Fontes de Variação; Bloc = blocos; Trat = Tratamentos; Dose; Int = Interação: Trat X Doses; CV (%) = Coeficiente de variação; Pdisp = Fósforo disponível.

Quanto aos maiores teores de K<sup>+</sup> no consórcio MB na camada de 0,10 – 0,20 m (Figura 1, E), sugere-se possivelmente que, talvez, o uso isolado da braquiária com o milho, seja mais eficiente na ciclagem do K<sup>+</sup>. Da mesma maneira, Silveira et al. (2010), demonstraram teores superiores de K<sup>+</sup> quando utilizado milho + braquiária em relação a outros adubos verdes; crotalária, milheto e estilosantes.

No que concerne a CTC Potencial, os maiores teores nos MS e MIX, camada 0,10 – 0,20 m (Figura 1, F), condizem provavelmente aos maiores teores de acidez potencial nestes mesmos consórcios na camada 0,10 – 0,20 m (Figura 1, B). O mesmo raciocínio é válido para os resultados de V%, tanto nas camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m (Figura 1, H).

Observa-se que para os resultados de V% (Figura 1, H) o consórcio MB foi superior a MS, na camada 0,0 – 0,10 m, e superior a MC na camada 0,10 – 0,20 m. Logo, sendo nestas camadas, o MB apresentou os menos teores de acidez potencial (Figura 1, B). Por conseguinte, o que tange a uma maior soma de bases a CTC(T), e, portanto, elevando a V% no MB. Do mesmo modo, Souza et al. (2012) discutem que um dos

benefícios da diversificação de culturas, ou consórcios, como do milho + braquiária, é aumento da V%; bem como a melhoria da fertilidade do solo.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que não há interação entre doses de nitrogênio e diferentes consórcios de milho em sistema de consórcio recém-implantado no milho safra. Por outro lado, tem-se que o MS e o MIX elevam a acidez potencial e CTC Potencial. Já o consórcio MB, além de incrementar os teores de K<sup>+</sup> e V%, promovem também da mesma forma que o MIX, incrementos de Ca<sup>2+</sup> em subsuperfície.

## REFERÊNCIAS

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Série histórica das safras. 2018. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20> >. Acesso em: 29 maio 2018.

CRUZ, J. C.; MAGALHÃES, P. C.; FILHO, I. A. P.; MOREIRA, J. A. A. (Org.). **Coleção 500 perguntas, 500 respostas - Milho**. 1ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011, 338p.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; MACHADO, C. G. Consórcio de Milho e *Brachiaria decumbens* em Diferentes Preparos de Solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, p. 633-639, 2009

Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2009. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2.ed. Brasília, 2009

FRANCHINI, J.C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A. Alteração na química de solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.3, p. 533-542, 1999.

PRIMAVESI, A. A matéria orgânica. \_\_\_\_\_ **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo, Nobel, 2017. pp.108-134

SILVEIRA, P.M. da; CUNHA, P. C. R.; STONE, L. F.; SANTOS, G. G. Atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 283-290, 2010.

SOUZA, C. M.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. **Adubação Verde e Rotação de Culturas**. 1º. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 108p.

**Figura 1.** Resultados das propriedades químicas do solo nas camadas avaliadas em função dos diferentes consórcios no milho safra: Acidez Ativa (A); Acidez Potencial (B); teores de Ca<sup>2+</sup> (C), Mg<sup>2+</sup> (D) e K<sup>+</sup> (E); CTC Potencial (F); Saturação por Bases (V%) (G) e fósforo disponível (H). As barras referem-se a diferença média significativa pelo teste de Tukey a 5%.

