

## Teor de Macronutrientes do Milho Orgânico Consorciado com Adubos Verdes Perenes

**Ana Carolina Costa Arantes<sup>(1)</sup>; Anastácia Fontanetti<sup>(2)</sup>; Alexandre Gonçalves Próspero<sup>(3)</sup>; Francisco José da Silva Neto<sup>(4)</sup>; Alexandra Providello<sup>(5)</sup>; Emmanuélly Maria de Souza Fernandes<sup>(6)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Estudante de mestrado em Produção Vegetal e Bioprocessos Associados; Universidade Federal de São Carlos/CCA; Araras, São Paulo; accarantes@gmail.com; <sup>(2)</sup> Professora; UFSCar/CCA; anastacia@cca.ufscar.br; <sup>(3)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandregprospero@gmail.com; <sup>(4)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; franciscojose331@gmail.com; <sup>(5)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; alexandra.providello@yahoo.com.br; <sup>(6)</sup> Estudante de Agroecologia; UFSCar/CCA; emmanuely.fernandes@gmail.com.

**RESUMO:** O consórcio do milho com adubos verdes perenes é uma alternativa para incrementar a matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo e a nutrição mineral do milho. Objetivou-se avaliar o estado nutricional do milho em cultivo consorciado com adubos verdes perenes semeados em épocas distintas de seu desenvolvimento. O experimento foi realizado na safra de 2014/2015, na UFSCar/Araras-SP, em blocos casualizados no esquema fatorial 3 (*Calopogonium mucunoides* Desv.; *Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.; *Neonotonia wightii* (Wight & Arn.) Lackey) x 2 (semeadura no V4 e VT do milho) + 1 (milho solteiro), com 4 repetições. Avaliou-se os teores dos macronutrientes foliares do milho. Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estágio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio para o milho.

**Termos de indexação:** *Zea mays* L., Competição, Fabáceas.

### INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas agrícolas mais cultivada em consórcios, devido a sua maior taxa de acúmulo de matéria seca nos estádios iniciais e elevada altura de plantas e inserção das espigas (Alvarenga et al., 2006).

Nas últimas décadas, o consórcio do milho com adubos verdes (A.V.) têm se destacado com o objetivo de incrementar a produção de matéria seca e a cobertura do solo durante o desenvolvimento da poácea (Alvarenga et al., 1995).

Os A.V. podem mobilizar P, Ca, Mg, das camadas mais profundas do solo (Castro & Prezotto, 2008), além de reduzirem as perdas por lixiviação e volatilização e os teores de Al e Mn no solo, aumentando a troca catiônica (Ribeiro et al., 2011). As fabáceas, ainda, têm a capacidade de aportar nitrogênio ao sistema via fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Pereira et al., 2012), sendo este macronutriente o mais requerido pelo milho (Sangoi et al., 2002).

No sistema consorciado é necessário que se evite a competição por água e luz entre as espécies, sendo, portanto necessário o conhecimento das características ecofisiológicas das espécies envolvidas, bem como as curvas de demanda nutricional (Jakelaitis et al., 2005). Zanine & Santos (2004) explicam que a competição por nutrientes pode ocorrer quando as raízes das plantas sobrepõem a área de absorção de nutrientes e água e quando a quantidade de nutrientes no solo não for suficientes para as espécies.

Portanto, objetivou-se avaliar o teor de macronutrientes foliares do milho cultivado em consórcio com adubos verdes perenes semeados em diferentes fases de desenvolvimento do milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na UFSCar/CCA – Araras/SP, na safra de 2014/2015. O delineamento experimental foi o blocos casualizados no esquema fatorial 3 x 2 + 1 (milho solteiro), com 4 repetições:

1º fator: 3 A.V. (calopogônio (*Calopogonium mucunoides* Desv.); puerária (*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth.) e soja-perene (*Neonotonia wightii* (Wight & Arn) Lackey.));

2º fator: 2 épocas de semeadura dos A.V. (V4 (quatro folhas expandidas do milho) e VT (pendoamento do milho)).

O solo da área é um Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com características químicas: P resina (14 mg dm<sup>-3</sup>); M.O. (23 g dm<sup>-3</sup>); pH (5,5); K (4,9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Ca (27 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); Mg (9 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); H+Al (23 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); SB (41 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); CTC (63 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); V (64 %).

O preparo do solo foi realizado com duas operações de gradagem e, a semeadura do milho, Al Avaré Orgânico, foi feita na densidade 6 sementes m<sup>-1</sup>, objetivando a população de 70.000 plantas ha<sup>-1</sup>. As parcelas experimentais foram formadas por 5 linhas de milho com 5 m de comprimento e espaçadas à 0,90 m.

A adubação foi feita com composto orgânico comercial na quantidade e 9,2 t ha<sup>-1</sup>, visando atender a dose de nitrogênio necessária para a produção de 6,0 – 8,0 t ha<sup>-1</sup> de grãos (Ribeiro, 1998), de acordo com a sua característica química: C (13,1%); N (1,3%); P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (3,13%); K<sub>2</sub>O (1,62%); CaO (11,1%); MgO (1,98%); SO<sub>4</sub> (1,5%); Cu (69,2 ppm); Fe (561 ppm); Mn (511,2 ppm); Zn (766 ppm); Ph (8,0 CaCl<sub>2</sub>)

As sementes dos A. V. foram semeadas nas entrelinhas do milho de acordo com o seu valor cultural (Cecon, 2015), nas densidades: 21 sementes m<sup>-1</sup> de calopogônio, 60 sementes m<sup>-1</sup> de puerária e 30 sementes m<sup>-1</sup> de soja perene.

Os teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S) nas folhas do milho foram avaliados no estádio R1/R2 (grão leitoso), coletando-se a folha oposta e abaixo da espiga superior de 10 plantas (Cantarella et al., 1997), nas 3 fileiras centrais de cada parcela. As amostras secas e moídas foram direcionadas ao laboratório para a análise dos teores nutricionais segundo métodos propostos por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. As médias dos teores de nutrientes dos consórcios milho/adubos verdes foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação entre as médias dos consórcios do milho/adubos verdes com o milho solteiro foi realizada por contrastes entre as médias, pelo teste F a 5% de probabilidade, com o software SISVAR (Ferreira, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho consorciado com o calopogônio, semeado no estádio V4, apresentou os menores teores de nitrogênio foliar. Fato não observado quando o calopogônio foi semeado no estádio VT. Já para a puerária e soja perene, não foram observadas diferenças significativas para esse nutriente (**Tabela 1**). O calopogônio, apesar de realizar a FBN, pode ter competido com o milho pelo N disponível.

**Tabela 1** - Médias dos teores de nitrogênio (N), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nas folhas do milho em consórcio com os adubos verdes semeados nos estádios fenológicos V4 e VT. Araras/SP, 2014/15.

ADUBOS VERDES	N Ca Mg ----- g kg <sup>-1</sup> -----					
	N		Ca		Mg	
	V4	VT	V4	VT	V4	VT
Calopogônio	22,8 <sup>Bb</sup>	36,5 <sup>Aa</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	2,1 <sup>ABa</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	0,7 <sup>ABa</sup>
Puerária	34,5 <sup>Aa</sup>	36,4 <sup>Aa</sup>	2,0 <sup>Ab</sup>	2,4 <sup>Aa</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	1,0 <sup>Aa</sup>
Soja perene	35,2 <sup>Aa</sup>	34,5 <sup>Aa</sup>	2,2 <sup>Aa</sup>	2,0 <sup>Ba</sup>	0,7 <sup>Aa</sup>	0,3 <sup>Bb</sup>
CV (%)	6,19		11,32		37,3	
MÉDIA	33,31		2,19		0,69	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Spagnollo et al. (2002) afirmam que em consórcio, as fabáceas tendem a auxiliar no suprimento de nitrogênio para a cultura principal na safra seguinte. Já, Costa & Silva (2008) afirmam que a transferência pode ocorrer no mesmo ciclo, através de excreções de compostos nitrogenados, ou por decomposição dos nódulos e raízes durante a senescência da fabácea.

Devido à competição, Mendes et al. (2004) verificaram que o calopogônio e a puerária em

consórcio com o milho forneceram menor quantidade de N ( $19,5 \text{ g kg}^{-1}$ ), em relação ao feijão-de-porco e guandu-anão. Além disso, o calopogônio tem baixa capacidade de transferência do N para o sistema solo-planta (Formentini et al., 2008).

A competição por N fica mais evidente quando se avalia os contrastes (**Tabela 2**), o calopogônio semeado em V4 não contribuiu para o incremento de N foliar, e reduziu o teor quando comparado como milho solteiro.

O teor de Ca (**Tabela 1**) foi inferior aos teores mencionados por Mendes et al. (2004). Desta maneira é possível sugerir competição por este nutriente.

A puerária semeada em V4 e a soja perene semeada em VT proporcionaram teores de Ca na folhas de milho inferior ao cultivo solteiro (**Tabela 2**). A competição das fabáceas pelo Ca ocorre, porque o nutriente é utilizado na formação dos nódulos no sistema radicular, responsáveis pela FBN (Silva et al., 2011).

**Tabela 2** - Médias dos contrastes entre os sistemas consorciados milho/adubos verdes versus cultivo do milho solteiro, para o teor de nutrientes na folha do milho: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S). Araras/SP, safra 2014/2015.

CONTRASTES	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg <sup>-1</sup>					
Calopogônio V4	22,7*	1,2 <sup>ns</sup>	3,0 <sup>ns</sup>	2,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,2**
Calopogônio VT	36,5**	1,0 <sup>ns</sup>	3,9 <sup>ns</sup>	2,1 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>
Puerária V4	34,5**	0,8*	3,2 <sup>ns</sup>	2,0**	0,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Puerária VT	36,4**	0,8*	3,2 <sup>ns</sup>	2,5 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>	1,0 <sup>ns</sup>
Soja perene V4	35,2**	0,8*	3,0 <sup>ns</sup>	2,2 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>
Soja perene VT	34,5**	0,7**	3,1 <sup>ns</sup>	2,0**	0,4**	1,0 <sup>ns</sup>
Milho solteiro	26,2	1,2	2,8	2,5	0,9	0,9
CV (%)	7,3	23,7	16,5	11,2	26,5	14,7

\*, \*\* Significativo, de acordo com o teste F, a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente; ns - Não significativo, de acordo com o teste F a 5% de probabilidade.

O teor de Mg nas folhas do milho (**Tabela 1**) foi menor no consórcio com a soja perene semeada no estádio VT, porém esse não diferiu

estatisticamente do consórcio com calopogônio semeado no mesmo estádio.

O maior teor de P foi encontrado no consórcio com o calopogônio (**Tabela 3**). Delarmelinda et al. (2010) relatam que as raízes do calopogônio liberam ácidos orgânicos no solo, que acidificam a região da rizosfera e realizam maior solubilização do P. Não houve competição entre o calopogônio e o milho, pois não foi encontrado diferença para os teores de P com o milho solteiro (**Tabela 2**).

O P e o Mg possuem sinergismo, e a absorção do P é influenciada pela concentração de Mg no meio, podendo o Mg ser carregador do P para dentro da planta (Malavolta et al., 1997).

O maior teor de S foi encontrado quando a semeadura foi realizada no estádio V4 do milho, independente dos A. V. (**Tabela 3**), e o calopogônio semeado no estádio V4 do milho proporcionou o maior teor foliar de S, em relação ao milho solteiro (**Tabela 2**).

Para as fabáceas, o S é requerido nos nódulos para a FBN (Paiva & Nicodemo, 1994), portanto o N influencia no teor de S disponível para o milho, o que causou redução no teor de N e aumento no teor de S do milho.

**Tabela 3** - Médias dos Teores de fósforo (P) e enxofre (S) no milho, de acordo com o tipo de adubo verde (calopogônio, puerária e soja perene) e a época de semeadura dos adubos verdes (V4 e VT), respectivamente. Araras/SP, safra 2014/15.

ADUBOS VERDES	P
	(g kg <sup>-1</sup> )
Calopogônio	1,12 <sup>a</sup>
Puerária	0,83 <sup>b</sup>
Soja Perene	0,73 <sup>b</sup>
CV (%)	20,34
MÉDIA	0,89
ÉPOCA DE SEMEADURA	S
	(g kg <sup>-1</sup> )
V4	1,12 <sup>a</sup>
VT	0,98 <sup>b</sup>
CV (%)	15,36
MÉDIA	1,05

Médias seguidas de uma mesma letra minúscula não diferem entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Os adubos verdes afetaram de forma negativa o teores foliares de P, K, Ca, Mg e S do milho. O calopogônio semeado no estádio V4 competiu com o milho pelo N. O calopogônio semeado em VT, a puerária e a soja perene semeados no V4 e VT, contribuíram para o fornecimento de nitrogênio ao milho.

## AGRADECIMENTOS

FAPESP, CNPq e CAPES

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas - MG: Embrapa-CNPMS, 2006. 12p. (Circular Técnica 80).
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van.; CAMARGO, C. E. O. 13 cereais. In: RAIJ, B. van et al., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação, 1997. p.45-72. (Boletim técnico, 100).
- CASTRO, A. M. C. e; PREZOTTO, A. L. Desempenho agrônomo do milho em sistema de adubação verde. **Agrarian**, Dourados, v.1, n.2, p.35-44, 2008.
- CECCON, G. Cálculo para taxa de semeadura de espécies forrageiras perenes em cultivos anuais. **Agrarian**, Dourados, v.8, n.27, p. 39-46, 2015.
- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do Vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Londrina, v.32, n.2, p.663-667, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. Brasília: 3.ed., 2013. 353p.
- DELARMELINDA, E. A.; SAMPAIO, F. A. R.; DIAS, J. R. M.; TAVELLA, L. B.; SILVA, J. S. da. Adubação verde e alterações nas características químicas de um Cambissolo na região de Ji-Paraná-RO. **Revista Acta Amazônica**, Manaus v. 40, n. 3, p. 625-628. 2010.
- FERREIRA D. F. Análise estatística por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 456, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 225-258.
- FORMENTINI, E. A.; LÓSS, F. R.; BAYERL, M. P.; LOVATI, R. D.; BAPTISTI, E. **Cartilha sobre adubação verde e compostagem**. INCAPER, Vitória, 28p., 2008.
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A. DA; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 39-46, 2005.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: Princípios e aplicações**. Piracicaba, Potafos, 308p, 1997.
- MENDES, F. F.; SANTOS, I. C. DOS; GUIMARÃES, L. J. M.; MIRANDA, G. V.; FONTANÉTTI, A.; OLIVEIRA, L. R.; SALGADO, L. T. **Efeito do consórcio milho-leguminosas e da aplicação de esterco na produtividade e no estado nutricional do milho em sistema orgânico**. EPAMIG, 2004. Disponível em: <[http://www.epamig.br/index.php?option=com\\_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphr ase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15](http://www.epamig.br/index.php?option=com_search&Itemid=99999999&searchword=produtividade&searchphr ase=any&ordering=newest&limit=5&limitstart=15)>. Acesso em: 27 de janeiro de 2014.
- PAIVA, P. J. R.; NICODEMO, M. L. F. **Enxofre no sistema solo-planta-animal**. Campo Grande, MS: EMBRAPA-CNPGC, 1994. 45 p. EMBRAPA-CNPGC. Documentos, 56.
- PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 36-40, 2012.
- RIBEIRO, P. H. E. **Adaptabilidade e estabilidade de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do Estado de Minas Gerais**. 1998. 126 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- RIBEIRO, P. H.; SANTOS, J. V. V. M. dos; COSER, S. M.; NOGUEIRA, N. O.; MARTIN, C. A. de S. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 43 – 50, 2011.
- SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C. Acúmulo de matéria seca em



híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.259-267, 2002.

SILVA, T. O. da; MENEZES, R. S. C.; ALVES, R. N.; PRIMO, D. C.; SILVA, G. B. M. dos S. Produtividade de grãos e frações nitrogenadas do milho submetido a manejo de adubos orgânicos na região semiárida. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 1735-1744, 2011.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, p. 417-423, 2002.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.