

ESTADO NUTRICIONAL DE MILHO CULTIVADO COM FONTES ALTERNATIVAS DE NUTRIENTES

Marcelo Marques Lopes Müller, Leandro Meert, Leandro Michalovicz, Oriel Tiago Kölln, Renato Vasconcelos Botelho

Resumo - O objetivo deste estudo é verificar o potencial de fontes alternativas de nutrientes na produção agrícola. Foram 4 tratamentos de adubação na semeadura do milho: T1=300 kg 08-30-20 ha⁻¹; T2=T1+2.000 kg pó de basalto ha⁻¹; T3=4.000 kg pó de basalto ha⁻¹; T4=1.000 kg adubo da independência ha⁻¹. T1 e T2 receberam uréia em cobertura. T3 e T4 foram pulverizados com biofertilizantes. Em T1 e T2, os teores foliares de N e P foram superiores e os de Ca e S foram inferiores. O pó de basalto adicionou 37,14 Kg Ca ha⁻¹ em T3. Em T4, Ca e S foram adicionados pelos biofertilizantes, à base de esterco e calcário (adubo da independência). Fontes de N acidificantes em T1 e T2 podem ter favorecido a absorção de Mn e Cu, e a dose de P utilizada pode ter diminuído a absorção de Zn. O maior teor de B em T3 e T4 pode estar ligado à maior absorção Ca. A produtividade do milho foi mais afetada pela disponibilidade em curto prazo dos macronutrientes primários, maior com NPK. As fontes alternativas demonstraram potencial, pois geraram produtividades de milho acima da média do Estado do Paraná, mesmo após quatro anos de experimentação.

Palavras-Chave: biofertilizantes, esterco, basalto, pó de rocha.

NUTRITIONAL STATUS OF CORN GROWN WITH ALTERNATIVE NUTRIENT SOURCES

Abstract- Treatments on corn sowing were: T1=300 kg 08-30-20 ha⁻¹; T2=T1+2.000 kg basalt rock powder (BRP) ha⁻¹; T3=4.000 kg BRP ha⁻¹; T4=1.000 kg adubo da independência ha⁻¹. T1 and T2 presented higher Leaf contents of N and P and lower Ca and S. BRP added 37,14 Kg Ca ha⁻¹ on T3. On T4, biofertilizers added Ca and S through cattle manure and lime. N-acidificating sources may have increased Mn and Cu absorption on T1 and T2, while T3 and T4 presented more Zn and B. Higher B on T3 and T4 may be related to their higher Ca absorption. Corn yield was more affected by primary macronutrients availability, higher on NPK treatments. The alternative sources showed potential, resulting on corn yields higher than the average on Paraná State.

KeyWord: biofertilizer, manure, basalt, rock powder.

1. INTRODUÇÃO

O consumo de adubos vem aumentando constantemente no Brasil: 18% de 2005 a 2007; e 20% de janeiro a abril de 2008, em comparação a 2007 (ANDA, 2008). Os preços, também têm aumentado, chegando a 72% no caso do superfosfato simples em 2008 (Nogueira, 2008). Essa elevação de custos pode ameaçar o crescimento da safra brasileira de grãos, bem como

inviabilizar a agricultura de pequena escala. Biofertilizantes como supermagro (Erschmidtham, 1998), adubo da independência (Chaboussou, 1995) e uréia líquida (Peixoto, 2005) podem ser fontes de nutrientes, mais baratas, de menor impacto ambiental e de maior sustentabilidade em nível de propriedade. Pós de rochas podem ser utilizados para remineralizar os solos, sendo os basaltos apropriados para tal, pois são ricos em minerais e porque intemperizam rápido (Madeley,

1999). O objetivo deste estudo foi avaliar fontes alternativas de nutrientes na produção e nutrição de milho cultivado após ervilhaca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em 2005 num Latossolo Bruno do Campo Experimental da UNICENTRO, em Guarapuava-PR, quando apresentava V = 72 e 50 %, respectivamente, nas camadas de 0-10 e 10-20cm. O delineamento é de blocos ao acaso com 5 repetições e 4 tratamentos, renovados anualmente na semeadura da cultura de verão, milho em 2007: T1=300 kg 08-30-20 ha-1; T2=T1+2.000 kg pó de basalto ha-1; T3=4.000 kg pó de basalto ha-1 na semeadura + uréia líquida (foliar); T4=1.000 kg adubo da independência ha-1 na semeadura + supermagro (foliar). O pó de basalto foi analisado quanto a características químicas e físicas. Em maio de 2007 foi semeada ervilhaca peluda com 0,45 m entre-linhas (50 sementes m-1). Aos 150 DAE avaliou-se a produtividade de matéria seca da parte aérea (MSPA). Em outubro semeou-se milho híbrido Maximus (Syngenta), com 0,8 m entre-linhas (60.000 plantas ha-1). A cobertura foi aos 29 DAE, com 50 kg de N ha-1 (uréia) em T1 e T2; T3 e T4 receberam, a partir de então, 4 pulverizações (250 L ha-1 a 15%) de uréia líquida e supermagro, respectivamente, em intervalos de 7-10 dias. Com mais de 50% das plantas apresentando inflorescência feminina, foram coletadas seis folhas de milho parcela-1 para análise química (Miyazawa, 1992). Aos 159 DAE avaliou-se a produtividade, sendo os resultados expressos com 13% de umidade. Em maio de 2008 semeou-se aveia preta (80%) mais azevém (20%), com 0,17 m entre-linhas e população de cerca de 300 plantas m-2, avaliando-se MSPA em três datas: 40 dias após a emergência (DAE); 75 DAE; 110 DAE. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste Tukey ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pó de basalto apresentou as seguintes características: 1) P2O5 - 0,01% em água, 0,10% em citrato neutro de amônio (CNA), 0,12% em ácido cítrico; 2) K2O - 0,03% em água, 0,05 em CNA; 3) Ca - 0,04% em água, 0,34% em CNA; 4) Mg - 0,01% em água, 0,15% em CNA; 5) 0,0% retido na peneira 10, 0,1% retido na peneira 20, 25% retido na peneira 50 e 74,9% passando pela peneira de 50. À exceção de K e Mg, houve efeito dos tratamentos nos teores dos macronutrientes no tecido foliar do milho (tabela 01). N e P foram superiores em T1 e T2, onde foram adicionados 74 e 90 kg ha-1 de N e P2O5 pelas adubações de semeadura e cobertura, enquanto o pó de basalto (T3) pode ter fornecido 4,8 kg P2O5 ha-1 (água + CNA + Ác. Cítrico), e doses pequenas de N e P foram adicionadas pelo adubo da independência

(T4), à base de solo, esterco e restos orgânicos. Ca e S foram inferiores em T1 e T2, o que pode ter relação com as concentrações baixas destes elementos na formulação NPK. Já o pó de basalto pode ter adicionado 13,6 Kg Ca ha-1 (água + CNA) em T3, e tanto o adubo da independência quanto o supermagro podem ser fontes de S em T4, pois são à base de esterco, fonte de S (Tisdale et al., 1993), sendo que o adubo da independência também tem calcário em sua composição.

Tabela 01. Teores foliares de macronutrientes em milho cultivado com diferentes fontes de nutrientes após ervilhaca*.

| Tratamentos | N | P | K | g kg ⁻¹ | | | | | |
|-------------|--------|-------|---------|--------------------|--------|-------|--|--|--|
| | | | | Ca | Mg | S | | | |
| T1 | 28,4 a | 2,6 a | 14,9 ns | 4,8 bc | 5,2 ns | 1,4 b | | | |
| T2 | 28,6 a | 2,5 a | 12,5 ns | 4,2 c | 5,3 ns | 1,5 b | | | |
| T3 | 22,3 b | 2,0 b | 14,3 ns | 6,4 ab | 4,4 ns | 2,4 a | | | |
| T4 | 23,2 b | 2,1 b | 14,3 ns | 7,3 a | 4,6 ns | 2,3 a | | | |

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% probabilidade.

Houve efeito significativo dos tratamentos para os micronutrientes, com exceção ao Fe (tabela 02). Mn e Cu foram superiores em T1 e T2, enquanto T3 e T4 apresentaram maiores teores de Zn e B. A hipótese é que as fontes nitrogenadas acidificantes (08-30-20 e uréia) favoreceram a absorção de Mn e Cu em T1 e T2, enquanto a dose de P2O5 (90 kg ha-1) utilizada pode ter desfavorecido a absorção de Zn (Tisdale et al., 1993) a partir do solo. Por outro lado, é conhecida a relação positiva entre as absorções B e Ca nas plantas (Tisdale et al., 1993), e embora não haja dados sobre B no pó de basalto utilizado, as adições de Ca em T3 e T4 foram importantes, conforme já descrito. Ressalte-se que o adubo foliar supermagro (T4) é um polimicronnutrientes com grande participação de Zn (ZnSO4) em sua composição, que também traz ácido bórico e outros sulfatos - de Fe, Mn e Cu.

Tabela 02. Teores foliares de micronutrientes em milho cultivado com diferentes fontes de nutrientes após ervilhaca*.

| Tratamentos | Fe | Mn | Cu | Zn | | B |
|-------------|----------|--------|--------|---------------------|---------|---|
| | | | | mg kg ⁻¹ | | |
| T1 | 142,5 ns | 31,8 a | 17,1 a | 15,9 bc | 6,7 c | |
| T2 | 160,2 ns | 32,0 a | 17,6 a | 13,9 c | 11,6 bc | |
| T3 | 140,3 ns | 21,1 b | 8,9 b | 25,2 ab | 18,6 ab | |
| T4 | 179,6 ns | 22,4 b | 10,8 b | 30,7 a | 19,8 a | |

*Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste Tukey a 5% probabilidade.

A produtividade das culturas foi significativamente afetada pelos tratamentos, com T1 e T2 superando T3 e T4 em MSPA da ervilhaca, T1 e T2 superando T3 e este superando T4 na produtividade do milho, e T1 e T2 superando T4 na MSPA de aveia+azevém – 2ª e 3ª avaliações (tabela 03). A produtividade de MSPA de ervilhaca pode ser considerada comum (Borkert et al., 2003), o mesmo ocorrendo com aveia + azevém (Macari et al., 2006). Entretanto, foi elevada a média de 11.384 kg ha-1 do milho, o que é comum na região de Guarapuava que apresenta boas condições agroclimáticas e altos índices produtivos para a cultura (Fontoura, 2005).

Tabela 03. Produtividade de grãos de milho (2007-2008) e de matéria seca de parte aérea (MSPA) de ervilhaca (2007) e de aveia + azevém (2008), cultivados com diferentes fontes de nutrientes.

| Tratamentos | Ervilhaca | Milho | Aveia + Azevém | | |
|-------------|--------------------------|---------------------------|--|--------------|--------------|
| | kg ha ⁻¹ MSPA | kg ha ⁻¹ grãos | kg ha ⁻¹ <small>Selecionar coluna da tabela</small> | | |
| | | | 1ª avaliação | 2ª avaliação | 3ª avaliação |
| T1 | 5672 a ¹ | 12729 a | 551 a | 2456 a | 9164 a |
| T2 | 5959 a | 12948 a | 610 a | 2326 a | 9312 a |
| T3 | 4759 b | 10614 b | 563 a | 2289 ab | 7523 ab |
| T4 | 4960 b | 9619 c | 385 b | 1610 b | 6376 b |

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

Após três anos de experimentação, confirma-se a superioridade produtiva em T1 e T2 observada nos cultivos anteriores, mais claramente na aveia/2006, no girassol/2006-2007 e no feijão/2007, sendo respaldada na disponibilidade em curto prazo dos macronutrientes primários do NPK, especialmente N e P, como ficou demonstrado acima. Entretanto, sob as condições testadas, é evidente o potencial das fontes alternativas combinadas nos tratamentos T3 e T4, que alcançaram 82 % e 74 %, respectivamente, da maior produtividade de milho (T2), superando em pelo menos 3.000 kg a média Paranaense na safra 2007-2008, estimada em 6.594 kg milho ha⁻¹ (CONAB, 2008). Ressalte-se que o experimento já foi cultivado com milho (2005-2006), aveia (2006), girassol (2006-2007), feijão (2007) e ervilhaca (2007) antes do milho (2007-2008), sempre com híbridos e variedades nutricionalmente exigentes, no intuito de diminuir os efeitos da condição inicial de fertilidade do solo.

4. CONCLUSÕES

As combinações pó de basalto com uréia líquida e adubo da independência com supermagro apresentaram menor produtividade em relação ao NPK, combinado ou não com basalto, porém, há potencial agrônomo destas fontes alternativas, que geraram produtividades de milho acima da média Paranaense, com vantagem do pó de basalto sobre o adubo da independência em termos de produtividade.

REFERÊNCIAS

- ANDA – Associação Nacional para Difusão de Adubo. Principais Indicadores do Setor de Fertilizantes. ANDA, São Paulo, 2008. Seção Estatísticas. Disponível em: <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx>. Acesso em: 23 mai. 2008.
- BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C. de A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. de. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.38, n.1, p.143-153, 2003.
- CHABOUSSOU, F. A teoria da trofobiose: novos caminhos para uma agricultura sadia. Fundação Gaia: Porto Alegre, 1995. 28p.
- CONAB. Análise do sexto levantamento de previsão da safra paranaense 2007/08. CONAB, Brasília, fev. 2008. Seção Central de Informações Agropecuárias, Conjuntura da Agropecuária. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conab/web/download/sureg/PR/Conjuntura%20da%20Safr%202007%202008.pdf>. Acesso em: 13 Jun. 2008.
- ERSCHMIDTHAM, I. Agroecologia: conceituações e princípios. Emater-PR: Curitiba, 1998. 18 p.
- FONTOURA, S.M.V. Adubação nitrogenada na cultura do milho em Entre Rios, Guarapuava. Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária: Guarapuava, 2005. 94p.
- MACARI S.; ROCHA M. G. de; RESTLE J.; PILAU A.; FREITAS F. K. de; NEVES F. P. Avaliação da mistura de cultivares de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) com azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo. Cienc. Rural, vol.36, n.3, p.910-915, 2006.
- MADELEY, P.C. Soil Remineralisation. Monografia. Manchester, 1999. Bacharelado (Science Environmental Management) - Manchester Metropolitan University. Disponível em: <http://www.geocities.com/chlorophil.geo/SoilRemineralisation1.htm>. Acesso em: 13 Jun. 2008.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; BLOCH, M. de F. Análise química de tecido vegetal. IAPAR: Londrina, 1992. 20p. (IAPAR. Circular, 74).
- NOGUEIRA, A. C. L. Agricultura: o mercado de fertilizantes no Brasil. Informações FIPE, v.332, p.8-8, 2008.
- PEIXOTO, R.T. dos G. Compostagem: princípios, práticas e perspectivas em sistemas orgânicos de produção. In: AQUINO, A.M.de, ASSIS, R.L.de (Ed.) Agroecologia, princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p.387-422.
- TISDALE, S.L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J.L. Soil fertility and fertilizers. 5. ed. Macmillan Publishing Company: New York, 1993. 634p.