

INFLUÊNCIA DA SATURAÇÃO POR BASES NA DISPONIBILIDADE DE MICRONUTRIENTES NO SOLO E NA PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DO FEIJOEIRO

NAND KUMAR FAGERIA¹, ALBERTO BAÊTA DOS SANTOS¹

INTRODUÇÃO: A acidez dos solos de cerrado é um dos principais fatores que limitam a produtividade das culturas anuais, inclusive do feijoeiro. Nos solos ácidos existem problemas de deficiência e/ou toxidez nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos benéficos. Com a correção da acidez dos solos de cerrado, é possível transformá-los, capacitando-os para sustentarem produtividades mais elevadas. Para tanto, devem ser conhecidos dados de pesquisa em relação aos valores adequados dos índices de acidez, tais como saturação por bases para as principais culturas anuais. Na região do cerrado, o sistema plantio direto (SPD) tem aumentado nos últimos anos, devido aos seus efeitos positivos na conservação do solo, água e energia, controle de plantas daninhas e redução na mão de obra no preparo do solo. Além disso, permite racionalizar os custos, o uso de equipamentos e o tempo, e melhorar a qualidade do solo. A deficiência de micronutrientes está aumentando nos últimos anos nas culturas anuais em solo de cerrado, devido ao cultivo intensivo, erosão de solos, uso de calagem para corrigir a acidez, e maior demanda das cultivares modernas na acumulação e uso de micronutrientes (Fageria et al., 2002). Não existem dados de pesquisa que tenham determinado a saturação por bases ideal para a cultura do feijoeiro no SPD, e a sua influência na disponibilidade de micronutrientes. O objetivo deste estudo foi determinar os efeitos da saturação por bases e de micronutrientes na produtividade do feijoeiro e nos teores de micronutrientes no solo no SPD.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram conduzidos cinco ensaios no campo durante três anos consecutivos num Latossolo Vermelho perférrico (Oxissolo). Os níveis de saturação por bases estabelecidos foram baixo (26%), médio (60%) e alto (71%). Estes níveis de saturação por bases foram estabelecidos com a aplicação de 0, 12 e 24 Mg calcário ha⁻¹, e incorporadas no solo com grade, cinco meses antes da semeadura do primeiro cultivo de feijão de inverno efetuado de maio a setembro. Os valores da saturação por bases são médias de cinco ensaios e três anos, determinados após colheita de cada ensaio. As doses de calcário foram escolhidas com base no trabalho de Fageria (2001), onde a produtividade máxima do feijão foi obtida com a aplicação de 10 Mg ha⁻¹ de calcário, quando o teor de argila no solo era em torno de 330 g kg⁻¹. As doses de B foram 0, 2, 4, 8, 16 e 24 kg ha⁻¹ como bórax (11% B). Os tratamentos de Mn foram 0, 10, 20, 40, 80 e 160 kg ha⁻¹ como sulfato de manganês (25% Mn). O ferro foi aplicado como sulfato de ferroso (20% Fe) em doses de 0, 50, 100, 150, 200

¹Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: fageria@cnpaf.embrapa.br

e 400 kg ha⁻¹. O zinco foi aplicado em doses de 0, 5, 12, 20, 40 e 80 kg ha⁻¹ como sulfato de zinco (23% Zn). As doses de Cu foram 0, 2,5, 5, 10, 20 e 40 kg ha⁻¹ como sulfato de cobre (Cu 24%). Todos os micronutrientes foram aplicados a lanço e incorporados na época da semeadura do primeiro cultivo do feijoeiro. O feijão foi cultivado no inverno com irrigação por pivô central, durante três anos consecutivos, sendo nos dois últimos anos utilizado o plantio direto. Aplicaram-se 20 kg N ha⁻¹ (uréia), 120 kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato triplo) e 60 kg K₂O ha⁻¹ (cloreto de potássio) por ocasião da semeadura. Foram aplicados, em todos os ensaios, 50 kg de N ha⁻¹ (uréia) em cobertura aos 27 e 41 dias após o plantio. A mesma adubação básica foi repetida nos anos subsequentes em todos os ensaios. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com três repetições. Foi utilizada a cultivar Pérola, no espaçamento de 40 cm entre fileiras, e 19 sementes m⁻¹. O tamanho da parcela foi de 42 x 42 m, com espaçamento de 2 m entre parcelas. Colheram-se as sete fileiras centrais com 4 m cada uma para determinação da produtividade de grãos. Foram feitas amostras de plantas em 1 m na fileira em cada parcela, na época da colheita, para determinar a massa da matéria seca da parte aérea. Após a colheita coletaram-se 50 subamostras de solo em cada parcela, a 0-10 e 10-20 cm de profundidade para formar uma amostra composta para análise química. A saturação por bases foi calculada pela fórmula: Saturação por bases (%) = $(\Sigma Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+) / (CTC) \times 100$, em que a CTC foi calculada pela soma de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, H⁺ e Al³⁺. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A produtividade de grãos e seus componentes foram influenciados significativamente pelo tratamento de saturação por bases (Tabela 1). A produtividade máxima de grãos foi obtida com a saturação por bases de 60%. O aumento na produtividade foi de 32% com a saturação por bases de 60%, em comparação com a saturação por bases de 26%. Da mesma maneira, constatou-se aumento na massa seca da parte aérea, número de vagens m⁻² e número de grãos por vagem. O aumento da massa da matéria seca da parte aérea foi de 30%, do número de vagens 19% e do número de grãos por vagens 7%, quando a saturação por bases foi aumentada de 26% para 60%. Os valores máximos da massa de 100 grãos foram obtidos nos maiores valores de saturação por bases, coincidindo com Fageria (2001). Este aumento se deve ao suprimento adequado de Ca, Mg, pH adequado e ao um balanço apropriado entre os diferentes cátions básicos. Foi determinada a correlação entre produtividade de grãos e seus componentes (Tabela 2). A massa da matéria seca da parte aérea, número de vagens por m², número de grãos por vagem e massa de 100 grãos estão associados significativamente com a produtividade de grãos. Porém, a maior contribuição no aumento da produtividade foi da massa da matéria seca da parte aérea e do número de vagens por m², seguido pelo número de grãos por vagens e massa de 100 grãos. Isto significa que os componentes de produtividade respondem à correção da saturação por bases, com conseqüente aumento na produtividade do feijoeiro.

Tabela 1. Produtividade de grãos do feijoeiro e seus componentes influenciados pela saturação por bases. Os valores são médias de cinco ensaios e três anos.

| Sat. por bases (%) | Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) | Massa da matéria seca da parte aérea (kg ha ⁻¹) | Nº vagens por m ² | Nº grãos por vagem | Massa de 100 grãos (g) |
|--------------------|---|---|------------------------------|--------------------|------------------------|
| 26 | 2417b | 1387b | 255b | 3,7c | 25,6b |
| 60 | 3182a | 1807a | 303a | 3,9a | 26,4a |
| 71 | 3105a | 1751a | 297a | 3,8b | 26,4a |
| CV (%) | 6,6 | 9,0 | 7,1 | 3,3 | 2,0 |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pela teste de Tukey.

Tabela 2. Correlação entre produtividade de grãos do feijoeiro e seus componentes. Os valores são médias de cinco ensaios e três anos.

| Parâmetros da planta | valor da correlação (r) |
|--|-------------------------|
| Massa seca da parte aérea (kg ha ⁻¹) | 0,7490** |
| Nº de vagens por m ² | 0,7420** |
| Nº de grãos por vagem | 0,6000** |
| Massa de 100 grãos (g) | 0,5640** |

**Significativo a 1% de probabilidade.

Não houve efeito significativo na produtividade de grãos com a aplicação de micronutrientes em virtude de seus teores no solo estarem adequados na época da semeadura (dados não apresentados). Portanto, somente será apresentada a influência da saturação por bases nos teores de micronutrientes no solo (Tabelas 3 e 4). O teor de B no solo aumentou significativamente em aproximadamente 9% com o aumento da saturação por bases de 28,30 para 62,10. Quando a saturação por bases aumentou para 75,80%, o aumento de B foi de aproximadamente 16% em comparação a saturação por bases de 28,30%. Fageria et al. (2002) relataram que a maior disponibilidade de B ocorre na faixa de pH entre 5,5 e 7,5. No presente trabalho, o pH era 5,4 na saturação por bases de 28,30, 6,3 na saturação por base de 62,10% e 6,8 na saturação por bases de 75,80%, na época da colheita. O teor de Mn e Fe diminuíram significativamente com o aumento da saturação por bases. A diminuição de Mn foi de 21% com o aumento da saturação por bases de 23,35 para 54,42% e 32% quando a saturação por bases aumentou de 23,35 para 67,51%. No caso do Fe, a diminuição foi de 36% quando a saturação por bases aumentou de 28,48% para 65,79%. Fageria et al. (2002) relataram que a solubilidade de Fe é reduzida quase 1000 vezes por unidade de aumento no pH na faixa de 4 a 9 e que a disponibilidade de Mn diminui 100 vezes por unidade de aumento no pH na mesma faixa. A diminuição no teor de ferro e de manganês está relacionada com a precipitação de Fe(OH)₃ e de MnO₂ com o aumento do pH. A diminuição de Zn foi de 12% quando a saturação por bases aumentou de 26,19% para 69,83%. Houve diminuição de Cu com o aumento da saturação por bases mas a diferença não foi significativa. Com o

aumento do pH, o Zn e Cu são absorvidos pelos hidróxidos de Al, Fe e Mn. Fageria et al. (2002) relataram diminuição significativa na absorção de Cu, Fe, Mn e Zn pelo arroz de terras altas, quando a saturação por bases aumentou de 22% para 94% em solo de cerrado.

Tabela 3. Influência da saturação por bases no teor de B, Mn e Fe no solo extraído pelo extrator DTPA após colheita do feijoeiro. Os valores são médias de três cultivos e duas profundidades (0-10 e 10-20 cm).

| Sat. por bases (%) | B (mg kg ⁻¹) | Sat. por bases (%) | Mn (mg kg ⁻¹) | Sat. por bases (%) | Fe (mg kg ⁻¹) |
|--------------------|--------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 28,30 | 1,52c | 23,35 | 8,09a | 28,48 | 33,06a |
| 62,19 | 1,65b | 54,42 | 6,38b | 65,79 | 21,14b |
| 75,80 | 1,77a | 67,51 | 5,52b | 75,26 | 20,69b |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pela teste de Tukey.

Tabela 4. Influência da saturação por bases no teor de Zn e Cu no solo extraído pelo extrator DTPA após colheita do feijoeiro. Os valores são médias de três cultivos e duas profundidades (0-10 e 10-20 cm).

| Sat. por bases (%) | Zn (mg kg ⁻¹) | Sat. por bases (%) | Cu (mg kg ⁻¹) |
|--------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------|
| 26,19 | 5,50a | 23,44 | 3,73a |
| 60,12 | 5,42a | 56,67 | 3,69a |
| 69,83 | 4,85b | 66,47 | 3,53a |

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade, pela teste de Tukey.

CONCLUSÕES: A produtividade do feijoeiro aumenta significativamente com o aumento da saturação por bases atingindo a produtividade máxima à 60%. A magnitude dos parâmetros da planta no aumento da produtividade de grãos segue a ordem: massa da matéria seca da parte aérea > número de vagens m⁻² > número de grãos por vagem > massa de 100 grãos. O aumento na saturação por bases diminui o teor de Mn, Fe, Zn e Cu e a ordem de diminuição foi de Fe > Mn > Zn > Cu. O teor de B aumentou com o aumento da saturação por bases na faixa de 28% a 76%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAGERIA, N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1419-1424, 2001.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C.; CLARK, R.B. Micronutrients in crop production. **Advances in Agronomy**, New York, v.77, p.185-268, 2002.