



Mapeamento da Matéria Orgânica do Solo e da Produtividade das Culturas como Subsídio ao Manejo Sítio-Específico da Adubação Nitrogenada

A.V. RESENDE⁽¹⁾, S.M.C. HURTADO⁽²⁾, L.S. SHIRATSUCHI⁽³⁾, E.J. CORAZZA⁽⁴⁾, C.A. SILVA⁽⁵⁾ & V. PALUDO⁽⁶⁾

RESUMO – Na recomendação de adubação nitrogenada, a utilização de critérios que permitam estimar com maior precisão o potencial de suprimento de nitrogênio (N) pelo solo pode contribuir para maior eficiência de uso do nutriente nos sistemas agrícolas. No presente trabalho, avaliou-se a possibilidade de espacialização da demanda de N na adubação, por meio de estimativas baseadas em informações georreferenciadas sobre os teores de matéria orgânica do solo (MOS) e a produtividade das culturas numa lavoura de 97 hectares. A partir do mapeamento da MOS e da produtividade das culturas nas três últimas safras, foram feitas estimativas pontuais (considerando uma malha de 20 x 20 m) da quantidade de N suprida pelo solo via mineralização da MOS e decomposição dos restos culturais. Com essas estimativas foram gerados mapas de demanda de N na adubação para duas situações de produtividades esperadas para o milho (10 e 12 t ha⁻¹). A metodologia utilizada permitiu definir zonas contrastantes na lavoura, nas quais o manejo sítio-específico do fornecimento de N poderia, teoricamente, otimizar a adubação. No entanto, a produtividade do milho, adubado com dose uniforme de N na safra 2006/2007, não confirmou potencial de resposta diferenciado nas referidas zonas, possivelmente devido ao fato de as condições ambientais terem favorecido uma produtividade mais homogênea na área. Conclui-se que o mapeamento da MOS e da produtividade das culturas permite obter estimativas espacializadas da necessidade de N na adubação, podendo auxiliar na definição de zonas para manejo sítio-específico da lavoura.

Introdução

O uso mais eficiente de nitrogênio (N) vem sendo buscado pela pesquisa como forma de racionalizar os elevados gastos com fertilizantes nitrogenados e,

também, visando reduzir o risco de contaminação ambiental pela adubação. Todavia, não é fácil prever ou controlar essa eficiência, dada a complexa dinâmica do nitrogênio no solo, envolvendo diversos processos microbiológicos de transformação dos compostos nitrogenados, que afetam a disponibilidade às plantas e o potencial de perdas do nutriente. Além disso, as interações do manejo da adubação com as condições climáticas influenciam fortemente a resposta das plantas à aplicação de N.

Dentre as culturas exploradas no Cerrado, o milho destaca-se pela grande área plantada e alta capacidade de resposta ao N. Na expectativa de garantir maiores rendimentos, é comum o agricultor aplicar o nutriente em quantidades acima das doses normalmente indicadas nas recomendações técnicas para a cultura.

Uma estratégia de pesquisa promissora, visando à racionalidade da adubação nitrogenada, consiste na busca de indicadores da disponibilidade de N no sistema e na definição de critérios para refinar a recomendação, indicando doses variáveis do nutriente de acordo com as diferenças locais, relativas às condições de solo e de desempenho das culturas.

Nesse sentido, o teor de matéria orgânica do solo (MOS) e dados de produtividade das culturas podem ser utilizados na estimativa do potencial de suprimento de N pelo solo via mineralização da MOS e decomposição dos restos culturais. Com isso e, considerando os requerimentos nutricionais da cultura a ser estabelecida, pode-se estimar a quantidade de N a fornecer via adubação [1]. Uma limitação na precisão dessa estimativa refere-se à variabilidade espacial normalmente encontrada nas áreas de cultivo, em relação aos teores de MOS e produtividade das culturas. Quase sempre se trabalha com valores médios do talhão na estimativa da necessidade de adubação nitrogenada.

Este trabalho objetivou, por meio do mapeamento do teor de matéria orgânica do solo e da produtividade das

⁽¹⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados. BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF, CEP 73310-970. E-mail: alvaro@cpac.embrapa.br (apresentador do trabalho)

⁽²⁾ Doutorando do PPGSNP, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000.

⁽³⁾ Pesquisador da Embrapa Cerrados. BR 020, Km 18, Caixa Postal 08223, Planaltina, DF, CEP 73310-970.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Informação Tecnológica. PqEB, Av. W3 Norte, Caixa Postal 040315, Brasília, DF, CEP 70770-901.

⁽⁵⁾ Professor Adjunto, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000.

⁽⁶⁾ Bolsista de Iniciação Científica, Departamento de Ciência do Solo, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037, Lavras, MG, CEP 37200-000.

culturas numa lavoura, estimar, de forma espacializada, a demanda de N na adubação para o milho.

Palavras-Chave: nitrogênio, milho, agricultura de precisão.

Material e métodos

A. Área de estudo e informações georreferenciadas

A área de estudo é um talhão de produção comercial de grãos de 97 ha, onde predomina Latossolo Vermelho distrófico argiloso. Localiza-se na Fazenda Alto Alegre, em Planaltina de Goiás – GO e vem sendo cultivada com sucessão milho/soja, em condições de sequeiro, sob plantio direto há seis anos. A partir de informações georreferenciadas de solo e de produtividade das culturas, foi estimada, de forma espacializada, a demanda de N para a adubação do milho na safra 2006/2007. Para tanto, foram utilizados mapeamentos dos teores de MOS, precedendo a safra 2004/2005, e da produtividade para os três últimos cultivos: soja (2003/2004), milho (2004/2005) e soja (2005/2006). Na obtenção dos mapas de MOS, foi realizada amostragem sistemática em grade regular de 50m x 50m na profundidade de 0-0,2m. A determinação de MOS nas amostras seguiu metodologia descrita por Silva [2], sendo os resultados interpolados por krigagem, com o programa computacional geoR [3]. Para o mapeamento da produtividade, as colheitas foram feitas utilizando-se sensores de produtividade e de umidade de grãos montados em colhedora equipada com GPS diferencial. Os mapas de produtividade e de MOS foram gerados com o programa ArcView 3.2, obtendo-se, posteriormente, os valores pontuais dessas variáveis, segundo uma malha de 20 x 20 m.

B. Estimativa da demanda de N para o milho

De posse dos dados de MOS e de produtividade das safras anteriores, estimou-se, para cada ponto referente à malha de 20 x 20 m, a demanda de N para o cultivo de milho na safra 2006/2007. Para essa estimativa, utilizou-se a fórmula $N_f = (N_y - N_s) / E_f$, conforme os critérios de Sousa & Lobato [1], onde: N_f , é a quantidade de N demandada na adubação para a cultura; N_y , o N acumulado na matéria seca da parte aérea para a produção desejada; N_s , o N suprido pelo solo; e E_f , o fator de eficiência de utilização do fertilizante. Para definição do N_y , consideraram-se as produtividades esperadas de 10 ou 12 t ha⁻¹ de grãos e requerimento de 20 kg de N por tonelada de grãos. O N_s foi estimado de acordo com o teor de matéria orgânica no solo (suprimento de 30 kg ha⁻¹ de N para cada 1% de MOS) e as produtividades obtidas nas três últimas safras [suprimento de N pela decomposição das palhadas = (0,11 x N^o de sacas ha⁻¹ de soja colhida em 2004) + (0,1 x N^o de sacas ha⁻¹ de milho colhido em 2005) + (0,45 x N^o de sacas ha⁻¹ de soja colhida em 2006)]. Utilizou-se um fator de eficiência do fertilizante nitrogenado de 75%. As estimativas

pontuais foram interpoladas, gerando os mapas de demanda de N na adubação para as duas situações de produtividades esperadas para o milho (10 e 12 t ha⁻¹).

C. Safra de milho 2006/2007

Em 2006/2007 foi cultivado o milho híbrido simples semi-precoce Pioneer 30F90. A adubação nitrogenada foi realizada em taxa uniforme no talhão e correspondeu a 21 kg N na sementeira (formulado Turbo NPK 06-23-18 + B, Cu, Mn e Zn) e 100 kg N em cobertura a lanço no estádio de quatro folhas, na forma do fertilizante Super N (mistura uréia+sulfato de amônio, com 33% de N e 11% de S). Por ocasião da colheita, foram selecionados três locais para avaliação dos padrões de produtividade do milho em zonas contrastantes quanto ao potencial de suprimento de N pelo solo. Ou seja, confrontou-se a resposta à adubação realizada com o que seria esperado em cada zona conforme as demandas de N estimadas no presente trabalho. Para essa avaliação, nas imediações de cada local selecionado foram colhidas parcelas de 8,4 m² (três linhas de quatro metros de comprimento), em quatro repetições, determinando-se a produtividade média de grãos.

Resultados e discussão

Na Figura 1 são apresentados os mapas com as demandas estimadas de N na adubação para produtividades esperadas de 10 e 12 t ha⁻¹ de grãos de milho na safra 2006/2007. Observa-se que, para cada meta de produtividade, foi possível estabelecer três zonas distintas quanto à necessidade de fornecimento de N, com doses variando conforme o potencial de suprimento do nutriente pelo solo. A metodologia utilizada permitiu estratificar espacialmente a recomendação de N e poderia servir como indicação para o manejo sítio-específico da adubação, com aplicação de N a taxas variáveis. Verifica-se, ainda, que, não obstante tenham sido definidas considerando também os créditos de N dos restos culturais das três safras anteriores, as zonas que aparecem nos mapas de demanda de N guardam estreita relação com as diferenças no mapa de MOS (Figura 1).

Tendo em vista que a adubação do milho na safra 2006/2007 foi realizada de maneira uniforme em toda a lavoura, totalizando 121 kg ha⁻¹ de N, se esperaria que a produtividade variasse na área devido às distintas condições localizadas de aporte do nutriente pelo solo, resultantes da mineralização da MOS e da decomposição dos restos culturais. Todavia, as produtividades obtidas por amostragem nos locais 1, 2 e 3 (Figura 1) foram praticamente iguais, da ordem de 10,9; 11,2 e 11,0 t ha⁻¹, respectivamente. Com base nos dados do trabalho, a expectativa era que, no local 3, por exemplo, a produtividade não ultrapassasse 10 t ha⁻¹. Uma possível explicação desses resultados pode estar relacionada às condições climáticas muito favoráveis ao milho na safra 2006/2007, com chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ciclo da cultura, refletindo em elevado rendimento de grãos e uniformidade de produção em diferentes pontos da lavoura. Segundo Below [4], quando o ambiente é propício a altas produtividades, também favorece maiores taxas de mineralização do N no solo. Tal

fato pode ter contribuído para o nivelamento do potencial de produção evidenciado no presente estudo.

As características da lavoura em questão também podem ter mascarado a confirmação da existência de zonas distintas de potencial de suprimento de N pelo solo, bem como a validação da viabilidade de manejo localizado da adubação. Os teores de matéria orgânica encontrados na área não apresentam diferenças tão expressivas, com variação máxima de 1,2 dag kg⁻¹ (Figura 1). Adicionalmente, as produtividades monitoradas por sensores nas três safras anteriores foram relativamente altas e uniformes espacialmente, com a maioria dos valores medidos situando-se próximos à média da lavoura (Tabela 1), refletindo a boa condição de fertilidade do solo e resultando em palhadas também uniformes espacialmente.

É provável que, em áreas com maiores contrastes quanto ao tipo de solo e teor de matéria orgânica, ou que apresentem maiores variações de produtividade, a aplicação da metodologia aqui descrita represente uma boa estratégia para melhorar o dimensionamento e subsidiar o manejo sítio-específico da adubação

nitrogenada, contribuindo para aumentar a eficiência de uso do N.

Conclusão

O mapeamento da matéria orgânica do solo e da produtividade das culturas permite obter estimativas espacializadas da necessidade de N na adubação, podendo auxiliar na definição de zonas para manejo sítio-específico da lavoura.

Referências

- [1] SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. 2002. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E. (Eds.). *Cerrado: correção do solo e adubação*. Planaltina: Embrapa Cerrados. p.129-145.
- [2] SILVA, F.C. (Ed.). 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Solos / Embrapa Informática Agropecuária. 370p.
- [3] RIBEIRO JUNIOR, P.J. & DIGGLE, P.J. 2001 geoR: A package for geostatistical analysis. *R-News*, v.1, n.2. Disponível em <http://cran.r-project.org/doc/Rnews>
- [4] BELOW, F.E. 2002. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. *Informações Agronômicas*, n.99, p.7-12.

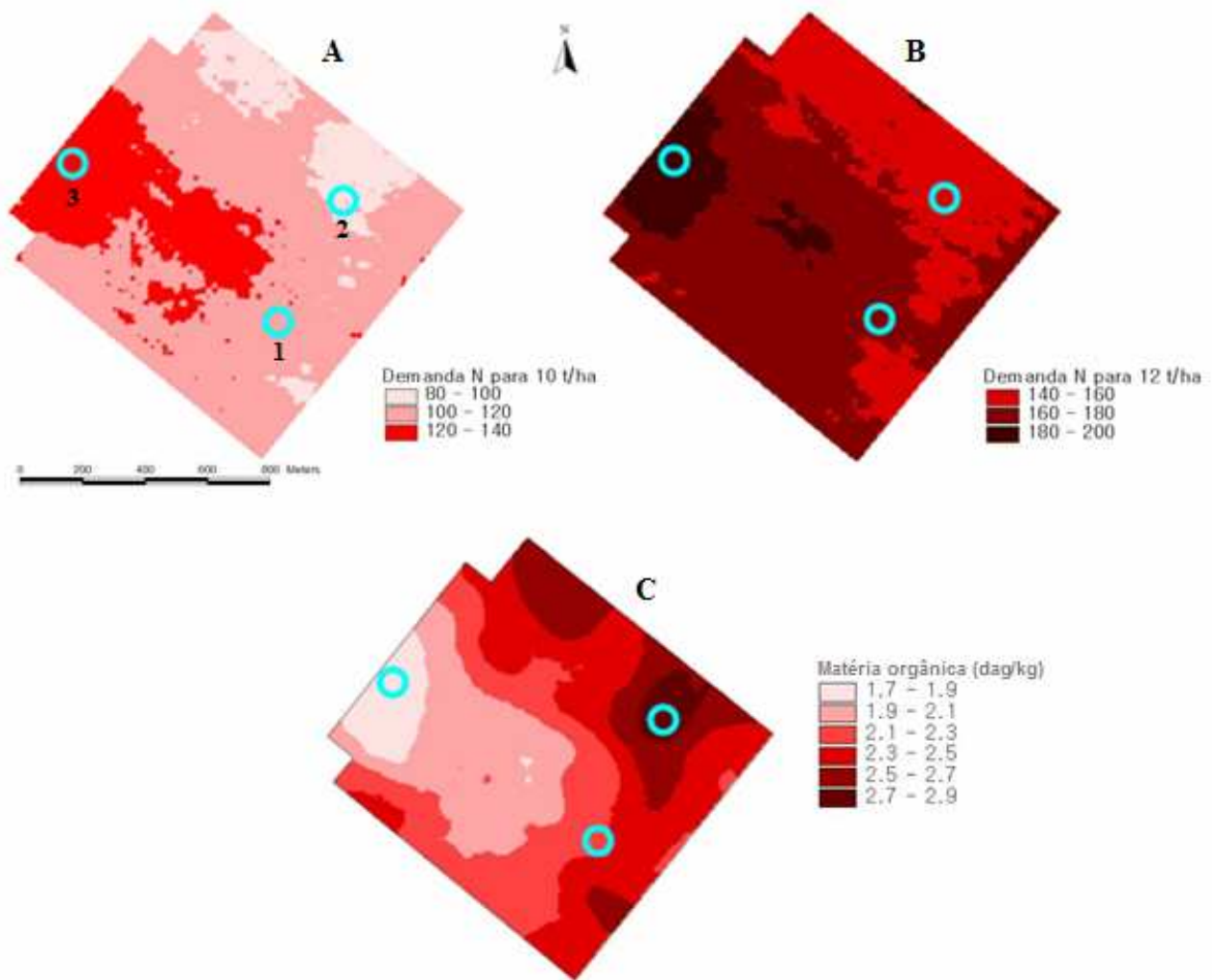


Figura 1. Mapas de demanda estimada de N na adubação (kg ha^{-1} de N) para expectativas de produtividade de milho de 10 (A) e 12 t ha^{-1} (B) de grãos, considerando a contribuição do solo via matéria orgânica (C) e restos culturais das três safras anteriores. Os círculos nos mapas indicam os locais (1, 2 e 3) de amostragem por zonas para avaliação da produtividade do milho na safra 2006/2007.

Tabela 1. Estatística descritiva dos dados de produtividade (sc ha^{-1}) das três últimas safras, obtidos com o monitoramento georreferenciado e mapeamento das colheitas.

Estatística Descritiva	Cultura/safra		
	Soja (2003/2004)	Milho (2004/2005)	Soja (2005/2006)
Mínimo	25,0	107,3	35,2
Máximo	65,3	177,0	79,2
Mediana	52,8	146,2	56,7
Média	50,6	145,3	56,8
Moda	57,5	144,7	54,2
Desvio Padrão	8,1	9,7	6,4

