

MONITORAMENTO DA FERTILIDADE DO SOLO E DO ESTADO NUTRICIONAL DO ALGODOEIRO

Carlos Hissao Kurihara^{1, 2}, Luiz Alberto Staut¹, William Marra Silva³

A avaliação da fertilidade do solo normalmente têm sido efetuada por meio da análise do solo, associada à análise foliar. Estas ferramentas, são fundamentadas na comparação do teor determinado para cada nutriente, nas análises químicas realizadas em amostras, por meio de metodologias específicas, com padrões previamente estabelecidos para a cultura.

A adoção destes critérios têm permitido a obtenção de produtividades médias em torno de 2,0 t ha⁻¹ de algodão em caroço. Porém, quando se almeja produtividades mais elevadas e economicamente viáveis, sem que haja prejuízos no equilíbrio ambiental, torna-se imprescindível o aprimoramento dos mecanismos de diagnóstico do estado nutricional da cultura e da fertilidade do solo, tendo em vista que não se pode pensar apenas no refinamento da quantidade de adubo a ser aplicada, mas sim no estabelecimento e manutenção do balanço nutricional da cultura.

No solo, a disponibilidade de fósforo têm sido determinada por meio de extrator não sensível ao fator capacidade (poder tampão), como a resina, ou de extrator sensível, como o Mehlich-1. Para este último, os níveis críticos são definidos em função de alguma característica do solo, como o pH em água (EMPAER-MT, 1991), ou mais comumente, o teor de argila (Embrapa, 1998). Nos tecidos vegetais, as faixas de teores de nutrientes considerados adequados são indicadas independentemente do tipo de solo em que a planta está sendo cultivada.

Contudo, trabalhos de pesquisa têm demonstrado que, para os nutrientes sensíveis ao fator capacidade, como o P, S e Zn, tanto os teores no solo como nos tecidos vegetais podem ser influenciados não apenas pelo teor de argila, mas também pela sua qualidade, ou seja, pela sua constituição mineralógica (Novais & Smyth, 1999; Alvarez, V., 1996). Assim, estes autores ressaltam a importância em se adotar, para os solos mais intemperizados, uma medida mais adequada do fator capacidade, como o P remanescente (P da solução de equilíbrio após 1 hora de agitação do solo com solução de CaCl₂ 10 mmol L⁻¹ com 60 mg L⁻¹ de P, na relação 1:10 cm³ mL⁻¹), na definição dos níveis críticos destes nutrientes.

A diagnose do equilíbrio entre nutrientes, em relações bivariáveis, como no Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação (DRIS), permite amenizar alguns problemas encontrados na diagnose foliar, onde cada nutriente é considerado individualmente (enfoque univariado). Dentre as vantagens relacionadas ao uso do DRIS, tem-se a minimização dos efeitos de concentração e de diluição de nutrientes nos tecidos vegetais, decorrentes do menor ou maior acúmulo de biomassa. E também, a possibilidade de indicação de desbalanços nutricionais, mesmo que o teor foliar de todos os nutrientes estejam acima do nível crítico (Baldock & Schulte, 1996).

Assim, a partir do ano agrícola 1998/99, iniciou-se um trabalho de pesquisa na Embrapa Agropecuária Oeste, visando a formação de um banco de dados constituído de teores de nutrientes em amostras de solo e tecido foliar e rendimento de algodão em caroço, para se estabelecer níveis críticos de nutrientes mais adequados à esta cultura e definir as normas para o DRIS, usando-se as modificações da fórmula de cálculo dos índices DRIS e dos critérios adotados para a interpretação dos mesmos, introduzidas por Wadt (1996). Neste trabalho, serão apresentados alguns resultados preliminares obtidos, relativos à caracterização das áreas e das amostras avaliadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram desenvolvidos nos anos agrícolas 1998/1999 e 1999/2000, em 100 talhões de algodão em fazendas e ensaios experimentais, em 12 municípios dos estados de Mato Grosso do Sul

¹ Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: kurihara@cpao.embrapa.br e staut@cpao.embrapa.br.

² Estudante de Pós-Graduação do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa - UFV.

³ Técnico de Nível Superior, Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: william@cpao.embrapa.br.

(Chapadão do Sul, Costa Rica, Dourados, Maracaju e São Gabriel do Oeste), Mato Grosso (Alto Garças, Alto Taquari, Campo Verde, Dom Aquino, Lucas do Rio Verde e Sorriso) e Goiás (Chapadão do Céu).

Em cada talhão, foi demarcada gleba homogênea com área de 1 ha, onde foram realizadas as coletas de amostras de tecidos foliares, no estágio de florescimento (de 80 a 90 dias após a emergência), retirando-se a 5ª. folha a partir do ápice principal (sendo a primeira aquela completamente aberta), em 30 plantas. Também foram realizadas coletas de cinco amostras simples de terra, nas profundidades de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m, para caracterização física e química, conforme Embrapa (1997). Para cada amostra, foi aberta uma trincheira retangular, com as dimensões de 0,4 x 1,0 x 0,3 m (largura, comprimento e profundidade), sendo o comprimento localizado no sentido perpendicular à linha de semeadura. Em uma das faces da trincheira, com área de 1,0 x 0,3 m, foram retiradas duas amostras simples, constituídas de uma faixa de 0,05 m de largura, de comprimento correspondente ao espaçamento da cultura, centrado em uma linha de semeadura, e altura de 0,1 m (correspondente às profundidades de amostragem, 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m). Nas amostras coletadas, foram determinados os teores de macro e micronutrientes, conforme Embrapa (1997). Para a determinação do rendimento de algodão em caroço, foram colhidas, em cinco repetições, duas fileiras de plantas, de cinco metros de comprimento.

Para a caracterização dos talhões amostrados, aplicou-se um questionário aos agricultores, onde foram solicitadas informações sobre o histórico das áreas.

Os trabalhos à campo contaram com o apoio logístico da Fundação Chapadão, de Consultores Técnicos regionais e de Secretarias Municipais de Agricultura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os talhões amostrados nos dois anos agrícolas caracterizam-se pelo limitado tempo de adoção do Plantio Direto (Fig. 1). Do total, 74% das áreas ainda não haviam completado quatro anos de implantação deste sistema de manejo do solo, período após o qual se espera efeitos mais pronunciados do maior acúmulo de matéria orgânica sobre a atividade biológica e as propriedades físico-químicas do solo.

Quanto à ocupação das áreas, constata-se, em geral, a adoção de sistemas de rotação simples, constituídos de reduzido número de espécies vegetais (Fig. 1), normalmente alternados sem um planejamento sistemático. Apenas 22% das áreas amostradas eram cultivadas com 5 ou 6 espécies, sendo que no verão, o algodão é rotacionado com soja, apenas (Fig. 2). No período de outono/inverno, há um predomínio de milho (47%) e milho safrinha (29%), seguido de sorgo (8%) e a manutenção de solo sem cultivo (7%). Com menor expressividade, registrou-se o cultivo de nabo forrageiro, aveia preta, feijão, girassol e guandu.

Em relação à adubação do algodoeiro (Fig. 3), destaca-se a aplicação de K em doses bastante elevadas, em média (139 kg ha⁻¹ de K₂O) superiores a N (119 kg ha⁻¹ de N) e P (104 kg ha⁻¹ de P₂O₅), sendo os dois primeiros distribuídos parte no plantio e parte em coberturas, em número de parcelas variável. A aplicação de micronutrientes, em diferentes quantidades e fontes, junto com o adubo de plantio e/ou de cobertura, é uma prática adotada em 83% das áreas amostradas (Fig.4). O complemento com adubo foliar é adotado em uma proporção menos representativa das glebas (44%), mas ainda assim considerável.

Mais da metade dos talhões avaliados (52%) apresentaram rendimento de algodão em caroço inferior a 130 @ ha⁻¹ (Fig. 5), não obstante haja a predominância de uso de adubos em quantidades elevadas, conforme mencionado anteriormente. Rendimentos expressivos, acima de 190 @ ha⁻¹, foram verificados em 32% das áreas.

Os resultados das análises químicas efetuadas em amostras de terra coletadas nas profundidades de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m (Fig. 6), demonstram não haver limitação quanto a presença de acidez no complexo de troca do solo. Em apenas 16% dos talhões amostrados, foram observados teores de Al³⁺ trocável entre 0,4 e 1,2 cmol_c dm⁻³, na camada inferior.

Destaca-se que a maioria das áreas amostradas apresentam teores altos de matéria orgânica nas profundidades de 0,0 a 0,1 m (entre 30 e 60 g kg⁻¹) e 0,1 a 0,2 m (entre 30 e 49 g kg⁻¹), não obstante o fato de que em apenas 26% delas o Plantio Direto foi implantado há mais de quatro anos. Este resultado mostra-se ainda mais relevante quando se considera que, na quase totalidade dos talhões, é prática comum o uso de grade niveladora no período de outono/inverno, para a semeadura, ou então, para o manejo de restos culturais.

Observa-se ainda, que no solo, o nutriente com maior limitação ao desenvolvimento das plantas é o potássio, com teores considerados baixos (menor que 0,12 cmol_c dm⁻³) em 64 e 88% das áreas, nas profundidades de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m, respectivamente. Em seguida, tem-se teores baixos de cálcio (menor que 1,6 cmol_c dm⁻³) e magnésio (menor que 0,6 cmol_c dm⁻³) na camada inferior, em cerca 46% das glebas

avaliadas. Entre os micronutrientes, o cobre mostra-se deficiente (teor menor que $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$, determinado pelo extrator Mehlich-1) em 14 e 34% dos talhões, nas camadas de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m, respectivamente.

No tecido foliar, os nutrientes que mostraram-se mais limitantes às plantas foram, na sequência, Zn, Cu e B, apesar da aplicação dos mesmos junto aos adubos de plantio e/ou de cobertura, em grande parte das áreas. Os maiores teores foliares destes nutrientes estavam geralmente associados aos maiores rendimentos de algodão em caroço, o que reforça a necessidade da definição de padrões mais adequados para a análise do solo e diagnose foliar, bem como de uma ferramenta mais criteriosa para a avaliação do estado nutricional das plantas. As elevadas doses de K aplicadas não foram suficientes para suprir adequadamente as plantas neste nutriente, em 30% das amostras analisadas.

Ressalta-se que no ano agrícola 2000/2001, foram realizadas coletas de amostras em mais noventa talhões de algodão, com produtividade média superior à das amostras consideradas neste trabalho. Porém, as análises químicas em amostras de solo e tecido foliar ainda não foram concluídas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ V., V.H. Correlação e calibração de métodos de análise de solos. In: ALVAREZ V., V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F., ed. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV-DPS, 1996. 930p.
- BALDOCK, J. O.; SCHULTE, E. E. Plant analysis with standardized scores combines DRIS and sufficiency range approaches for corn. **Agronomy Journal**, Madison, v.88, n.3, p. 448-456, 1996.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 1998/99**. Londrina, 1998. 182p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 120).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análises de solo**. 2ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- EMPAER-MT (Cuiabá, MT). **Diretrizes técnicas do algodão: região Cerrados**. Cuiabá, 1991. 45p. (EMPAER-MT. Diretrizes Técnicas – Algodão, 2).
- NOVAIS, R.F. de.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV-DPS, 1999. 399p.
- WADT, P.G.S. **Os métodos da chance matemática e do sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) na avaliação nutricional de plantios de eucalipto**. Viçosa: UFV, 1996. 123p. Tese de Doutorado.

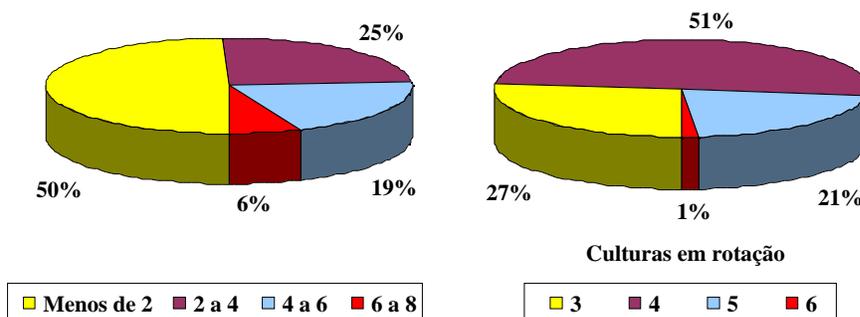


FIGURA 1. Distribuição percentual do tempo de adoção do Plantio Direto e do número de espécies vegetais cultivadas em rotação em de lavouras de algodão amostradas em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

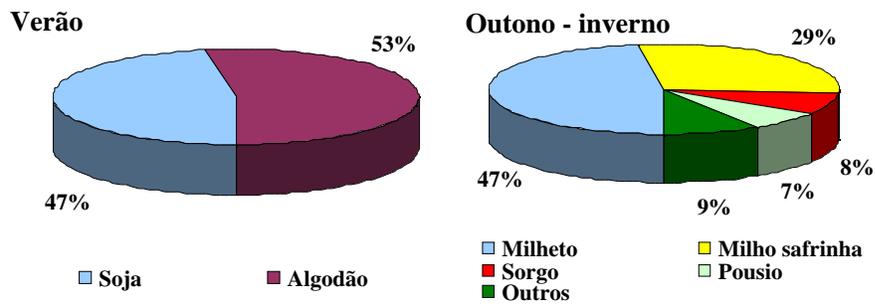


FIGURA 2. Distribuição percentual de pousio ou espécies vegetais cultivadas em rotação, no verão e no outono/inverno, em áreas amostradas em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

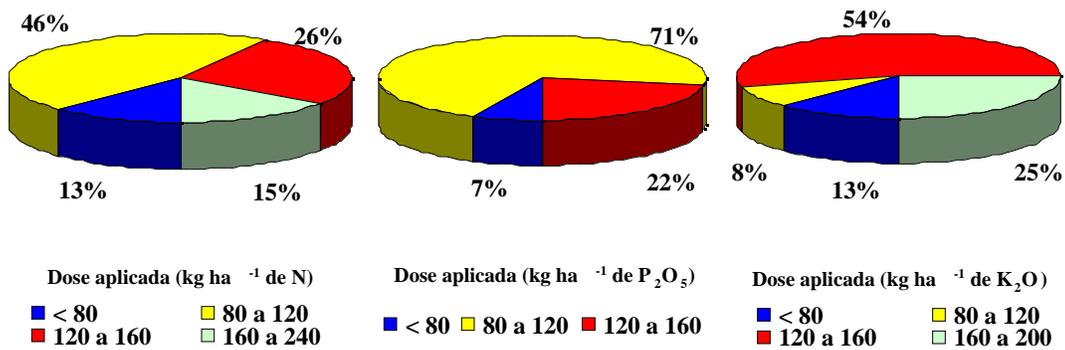


FIGURA 3. Distribuição percentual de quantidades de N, P₂O₅ e K₂O aplicadas em lavouras de algodão, amostradas em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

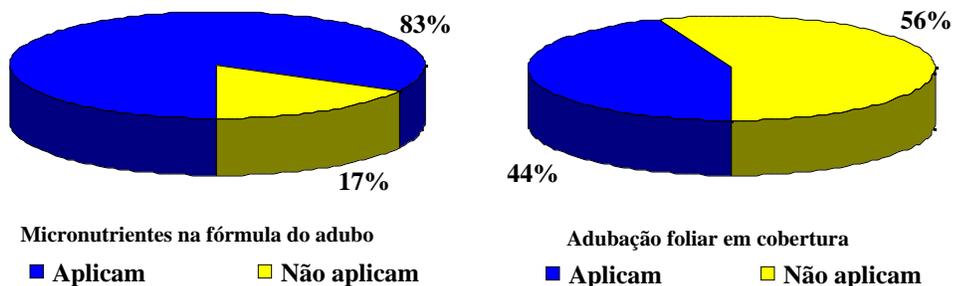


FIGURA 4. Distribuição percentual de aplicação de micronutrientes e prática de adubação foliar em cobertura, em lavouras de algodão, amostradas em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

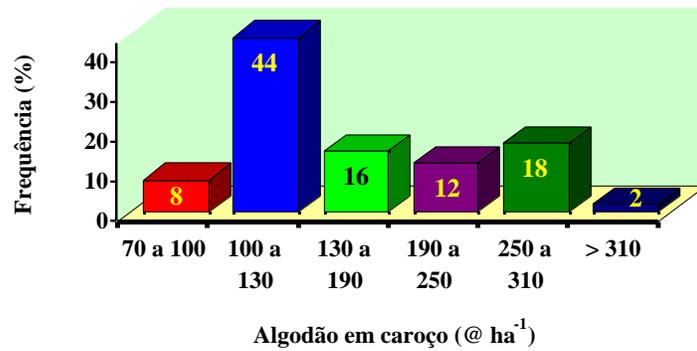


FIGURA 5. Distribuição de freqüência de faixas de rendimento de algodão em caroço observada em lavouras cultivadas em Plantio Direto, em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000.

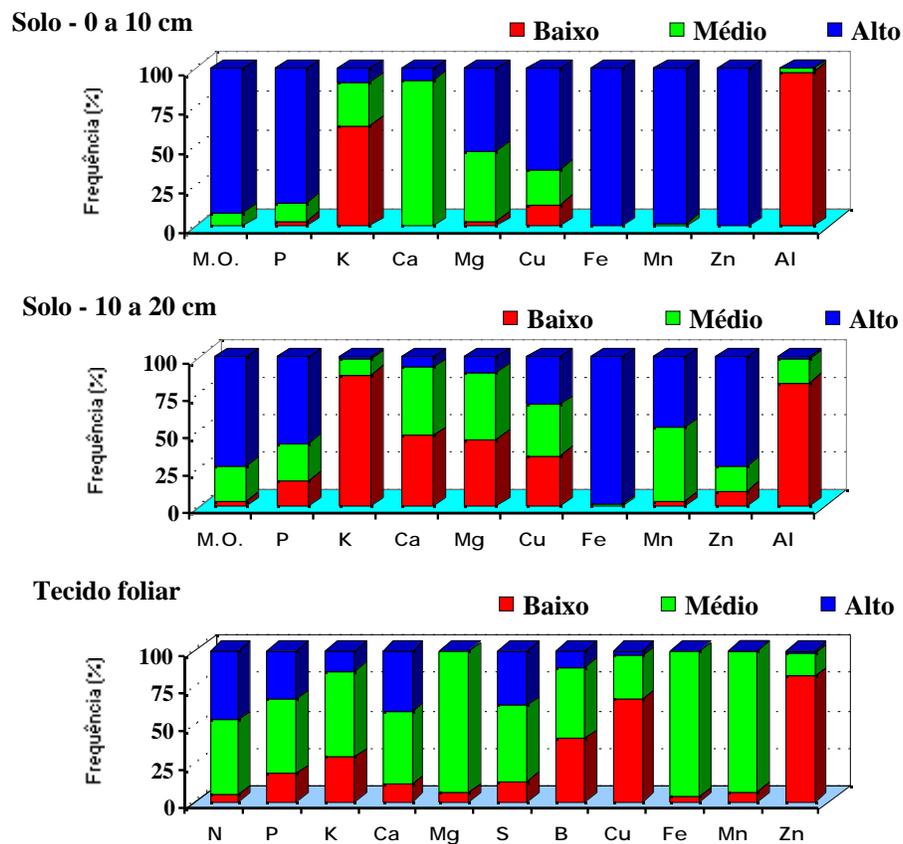


FIGURA 6. Distribuição de freqüência para atributos químicos de amostras de terra e tecido foliar coletadas em lavouras de algodão cultivadas em Plantio Direto, em 12 municípios dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, nos anos agrícolas de 1998/99 e 1999/2000, em função das classes estabelecidas para interpretação de análise do solo e da planta.