

# Evolução da Fertilidade do Solo em Área Irrigada Após um Ciclo de Integração Lavoura-Pecuária, em Unaí-MG

**LUIZ ADRIANO MAIA CORDEIRO<sup>1</sup>, ROBÉLIO LEANDRO MARCHÃO<sup>2</sup>, SANDRO CARMELINO HURTADO<sup>3</sup>, DANILO EUGÊNIO ROCHA<sup>4</sup>, CARLOS JUSTIN IORA<sup>5</sup>, GERALDO JÂNIO E. OLIVEIRA LIMA<sup>6</sup>, THIAGO FERREIRA CUNHA<sup>7</sup>, CAMILA SHIGIHARA<sup>8</sup>**

**RESUMO** - a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), em conjunto com o Sistema Plantio Direto (SPD), propiciam melhoria da qualidade física, química e biológica dos solos, pelo sinergismo entre as culturas anuais e as pastagens. O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução da fertilidade do solo após a implantação de duas espécies forrageiras visando à adoção de ILP, com auxílio de ferramentas de Agricultura de Precisão (AP). Para tal, foram realizadas amostragens sistematizadas e geoposicionadas de solo antes e depois da adoção da ILP em uma área com sistema de irrigação linear com auxílio de Sistema de Posicionamento Global com sinal diferencial (DGPS), softwares de navegação e trado semi-automático. Após análise química do solo confeccionou-se mapas de fertilidade do solo com auxílio de um Sistema de Informação geográfica (SIG) para observação da variação fertilidade na área. A adoção do sistema ILP, ainda que em apenas um ciclo de produção de forragem na entressafra, promoveu uma melhoria da fertilidade de solo, com um incremento nos teores de potássio trocável.

**Palavras-Chave:** (Sistema Plantio Direto; Braquiária; Atributos Químicos)

## Introdução

Em áreas agrícolas conduzidas sob Sistema Plantio Direto (SPD), a variabilidade da fertilidade do solo é aumentada devido à ausência de preparo do solo e incorporação da palhada, verificando-se um gradiente heterogêneo nos teores de nutrientes. Contudo, com o tempo ocorre uma tendência à uniformidade, principalmente, nas camadas superficiais [1].

Conforme enfatiza Vilela et al. [2], a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), juntamente com o SPD, despontam como uma das opções viáveis para alcançar a sustentabilidade e a intensificação da agropecuária no Cerrado. Dentre inúmeros benefícios (agronômicos, econômicos, ecológicos e sociais), os autores enfatizam os benefícios para a qualidade química, física e biológica do solo. Este fato se dá, principalmente, devido aos acréscimos de matéria orgânica advindos da rotação com espécies gramíneas

forrageiras, que por sua vez têm elevada capacidade de reciclagem e reposição superficial de nutrientes.

## Material e Métodos

### A. Localização da Área

O trabalho foi realizado na Fazenda AgroReservas, no município de Unaí-MG (15°98'13" S e 46°65'13" O, altitude 1000 m), em uma gleba de 128 ha (subdividida em duas partes A e B com 63,48 e 64,52 ha, respectivamente) com sistema de irrigação linear (Figura 1). Esta área possui relevo plano e o solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo de textura franco-argilo-arenosa (30% de argila, 55% de areia e 15% de silte).

### B. Método de Amostragem e Confeção de Mapas de Fertilidade de Solos

Foram realizadas amostragens sistematizadas de solo para confecção de mapas de fertilidade dos solos antes e depois da adoção de um ciclo de ILP, correspondente ao período 2006 e 2009. As amostragens de solo foram realizadas em fevereiro de 2009, conforme as seguintes etapas:

1. Obtenção das coordenadas geográficas do perímetro e da grade amostral (ou *grid*) de 2 hectares (Figura 2) das glebas por meio do uso de um computador portátil tipo *palm top*, com software específico de navegação *SST Field Rover II* e um receptor DGPS (Sistema de Posicionamento Global com Sinal Diferencial).
2. Amostragem de solo (0-20 cm de profundidade) geoposicionada em grade (ou *grid* de 2 hectares com 1 amostra composta por 10 subamostras de solo) com trados semi-automáticos acoplados em veículo.
3. Análise química do solo em laboratório (macronutrientes, CTC e pH) segundo Embrapa [3].
4. Interpolação dos valores obtidos na análise por meio de software específico (*SST Toolbox Lite*) para a geração de mapas de fertilidade dos solos.

O sistema ILP foi adotado na safra de verão 2006/2007 por meio do cultivo consorciado de milho com duas espécies forrageiras: Milho + capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na parte A (MbA) e com Milho + capim *B. ruziziensis* Germain & Evard. na parte B (MrB). Na semeadura das espécies forrageiras utilizou-se 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes com Valor Cultural (VC) de 32% e esta operação foi realizada com semeadora-adubadora de trigo

<sup>1</sup> Primeiro Autor é Pesquisador A da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF, E-mail: [luizadriano@cenargen.embrapa.br](mailto:luizadriano@cenargen.embrapa.br).

<sup>2</sup> Segundo Autor é Pesquisador A da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, CEP 60356-000.

<sup>3</sup> Terceiro Autor é Pós-Doutorando da USP-Esalq-CENA, Piracicaba, SP.

<sup>4</sup> Quarto Autor é Estudante de Agronomia, Estagiário da Plantar – Planej. Assist. Tec. S/C Ltda., Unaí, MG.

<sup>5</sup> Quinto Autor é Engenheiro-Agrônomo da Plantar – Planej. Assist. Tec. S/C Ltda., Unaí, MG.

<sup>6</sup> Sexto Autor é Engenheiro-Agrônomo, M.Sc., da Campo – Centro de Análises Agrícolas, Paracatu-MG.

<sup>7</sup> Sétimo Autor é Engenheiro-Agrônomo da Campo – Centro de Análises Agrícolas, Paracatu-MG.

<sup>8</sup> Oitava Autora é Engenheira-Agrônoma da Campo – Centro de Análises Agrícolas, Paracatu-MG.

equipada para grãos finos em Sistema Plantio Direto (SPD), com espaçamento entre linhas de 17 cm. Subseqüentemente, na semeadura de milho utilizou-se 65.000 sementes ha<sup>-1</sup> e esta operação foi realizada com semeadora-adubadora em SPD, com espaçamento entre linhas de 50 cm. A adubação de plantio do milho foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 05-25-15 no sulco, e a adubação nitrogenada de cobertura foi realizada com 150 kg N ha<sup>-1</sup> (subdividido em duas aplicações).

Sessenta dias após a colheita do milho (que ocorreu no final de março de 2007) a área foi pastejada por diferentes lotes de novilhos leves com lotação média de 2,5 UA ha<sup>-1</sup> em sistema de pastejo rotacionado onde cada lado do pivô foi dividido em oito piquetes (de 7,8 ha cada) por um período de 20 meses (entre junho de 2007 e janeiro de 2009). Após a retirada dos animais, realizou-se a dessecação da área com 5,0 L ha<sup>-1</sup> de glyphosate para implantação da cultura do feijoeiro.

## Resultados

A evolução da fertilidade do solo avaliada entre 2006 e 2009 (Tabela 1) durante o período sob ILP se caracterizou pelo acréscimo dos teores de K, S, Al, CTCt e m%. O potássio foi o nutriente que apresentou acréscimo mais expressivo dos teores na camada 0-20 cm, sendo que para MbA passou de 69,94 para 164,85 mg dm<sup>-3</sup> (2,36 vezes) e para MrB passou de 67,55 para 210,90 mg dm<sup>-3</sup> (3,12 vezes).

Da mesma forma verificou-se também aumento dos valores da CTC, tanto em MbA como em MrB, respectivamente, passando de 6,32 a 6,87 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, e 5,70 para 7,21 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> entre 2006 e 2009.

Já o S teve seus valores aumentados de 1,53 para 2,35 mg dm<sup>-3</sup> em MbA (aumentou 1,53 vezes), e de 1,53 para 2,55 mg dm<sup>-3</sup> em MrB (aumentou 1,66 vezes). O incremento dos teores de S provavelmente deve-se a aplicação de 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola em área total. O Ca aumentou em MrB, e o Mg teve seus teores aumentados em MbA, onde também se observou aumento de Al e m%.

## Discussão

Para o caso específico da dinâmica de K, pode-se inferir que o aumento dos valores observados em 2009 se deve provavelmente à alta capacidade de reciclagem de nutrientes típica de gramíneas como a braquiária. Comparando-se a Figura 3 com a Figura 4, observa-se ainda que houve melhor distribuição deste nutriente na superfície do solo em 2009. Crusciol et al. [4], que também observaram incremento do potássio em área de ILP, relatam que este resultado deve à alta capacidade de absorção e acúmulo da *B. brizantha*, que promoveu reciclagem deste nutriente incrementando seus teores nas camadas superficiais do solo.

Santos et al. [5], verificaram que os teores de K trocável, principalmente na camada de solo de 0-5 cm, aumentaram em relação aos teores observados em dois anos, de 1998 a 2000, em todos os sistemas de produção realizados sob sistema plantio direto,

inclusive aqueles envolvendo rotação de lavouras com pastagens. Ainda, Silveira & Stone [6], relatam o alto potencial das forrageiras do gênero *Brachiaria* em acumular e lixiviar K do tecido vegetal após dessecação com herbicida [7,8].

O incremento expressivo na CTC, sobretudo na área MrB, foi decorrente do aumento nos teores de bases trocáveis (Tabela 1). Na área MrA, onde o incremento dos teores de bases e conseqüentemente da CTC foi menor, houve uma redução nos teores de Ca provavelmente devido à maior extração deste nutriente pela *B. brizantha* em detrimento da *B. ruziziensis*. Pavinato & Rosolem [9], relatam que o incremento da CTC está relacionado a um efeito da adição de resíduos vegetais que podem disponibilizar Ca, Mg e K em solução e assim promover um aumento na saturação da CTC por estes cátions de reação básica.

De maneira geral, observa que houve melhoria da fertilidade do solo após a adoção do ciclo de ILP, porém os benefícios são dependentes da espécie de forrageira utilizada. Considerando a exigência nutricional das diferentes cultivares, mais estudos deverão ser conduzidos no sentido de se avaliar os benefícios da ILP para o solo, considerando-se também os níveis de produção de massa de forragem desejados para um determinado nível de produção pecuária no sistema.

## Conclusões

A adoção do sistema ILP, ainda que em apenas um ciclo de produção de forragem na entressafra, promoveu uma melhoria da fertilidade de solo, pelo incremento nos teores de potássio trocável.

## Agradecimentos

À FAP-DF, e às empresas PLANTAR Unaí-MG e a CAMPO Paracatu-MG, pelo apoio logístico e financeiro; à Fazenda AgroReservas, em Unaí-MG.

## Referências

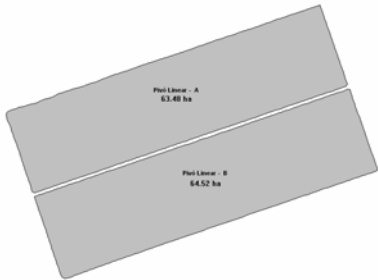
- [1] SÁ, J.C.M. Parâmetros para recomendação de calagem e adubação no sistema plantio direto. In: Conferência Anual de Plantio Direto, 2, Pato Branco, PR, 1997. *Resumos de palestras*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1997. p. 63-81.
- [2] VILELA, L.; MACEDO, M.C.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da Integração Lavoura-Pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. Eds. *Integração Lavoura-Pecuária*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-Arroz e Feijão, 2003. p; 145-170.
- [3] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos (Rio de Janeiro). Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- [4] CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração lavoura-pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. *Informações Agrônomicas*, 125, 2009. Disponível em: [http://www.ipni.net/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/\\$FILE/Page2-15-125.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/BRAZIL.NSF/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/4eac3d6afc6798af03257537007fac91/$FILE/Page2-15-125.pdf), acessado em: 30/06/2009.
- [5] SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O.; SPERA, S.T. Efeito de Sistemas de Produção Mistos sob Plantio Direto sobre Fertilidade do Solo após Oito Anos. *R. Bras. Ci. Solo*, 27:545-552, 2003.
- [6] SILVEIRA, P.M. & STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistemas de preparo do solo. *R. Bras. Ci. Solo*, 25:387-394, 2001.

- [7] CALONEGO, J.C.; FOLONI, J.S.S.; ROSOLEM, C.A. Lixiviação de Potássio da Palha de Plantas de Cobertura em Diferentes Estádios de Senescência após a Dessecação Química. *R. Bras. Ci. Solo*, 29:99-108, 2005.
- [8] TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G. Dinâmica do Potássio nos Resíduos Vegetais de Plantas de Cobertura no Cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:1609-1618, 2008.
- [9] PAVINATO, P.S.; ROSOLEM, C.A. Disponibilidade de Nutrientes no Solo - Decomposição e Liberação de Compostos Orgânicos de Resíduos Vegetais. *R. Bras. Ci. Solo*, 32:911-920, 2008.

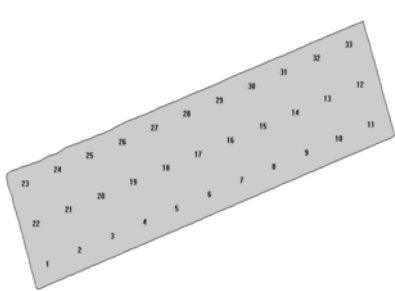
**Tabela 1.** Valores médios (n = 33) dos parâmetros de fertilidade do solo (camada 0 – 20 cm) em área com sistema de irrigação linear (partes A e B) em amostragens realizadas em 2006 e 2009, Fazenda AgroReservas, Unaí-MG.

| Área /<br>Ano | pH   | pH                | P                  | K      | S    | Ca                    | Mg   | Al   | H+Al | CTCt | V     | m    |
|---------------|------|-------------------|--------------------|--------|------|-----------------------|------|------|------|------|-------|------|
|               | Água | CaCl <sub>2</sub> | mg/dm <sup>3</sup> |        |      | cmolc/dm <sup>3</sup> |      |      |      |      |       |      |
| MbA – 2006    | 5,87 | 5,17              | 29,98              | 69,94  | 1,53 | 2,32                  | 0,54 | 0,01 | 3,28 | 6,32 | 48,18 | 0,24 |
| MbA – 2009    | 5,80 | 4,93              | 20,80              | 164,85 | 2,35 | 2,14                  | 0,58 | 0,05 | 3,72 | 6,87 | 45,82 | 1,67 |
| MrB – 2006    | 6,30 | 5,69              | 26,50              | 67,55  | 1,53 | 2,69                  | 0,86 | 0,00 | 1,96 | 5,70 | 65,58 | 0,00 |
| MrB – 2009    | 6,10 | 5,36              | 21,86              | 210,90 | 2,55 | 3,12                  | 0,78 | 0,00 | 2,77 | 7,21 | 61,64 | 0,00 |

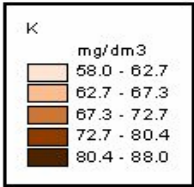
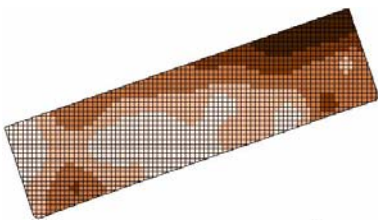
<sup>1</sup> Média de 33 amostras compostas (10 amostras simples por amostra composta totalizando 330 amostras simples)



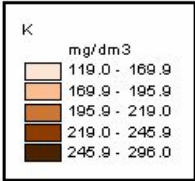
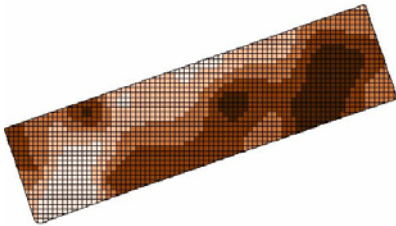
**Figura 1.** Perímetro da área com sistema de irrigação linear (partes A e B), Fazenda AgroReservas, Unaí-MG.



**Figura 2.** Pontos de amostragem de solos da área com sistema de irrigação linear (parte B), Fazenda AgroReservas, Unaí-MG.



**Figura 3.** Mapa da variabilidade dos teores de K em 2006 na parte B da área com sistema de irrigação linear (MrB), Fazenda AgroReservas, Unaí-MG.



**Figura 4.** Mapa da variabilidade dos teores de K em 2009 na parte B da área com sistema de irrigação linear (MrB), Fazenda AgroReservas, Unaí-MG.