



Atributos Químicos do Solo em Sistemas Integrados

Ana Carla Stieven^{1*}, Daniela Tiago da Silva Campos², Josivanny Oliveira Santos³, Dafne Alves Oliveira⁴, Flávio Jesus Wruck⁵

Submetido 03/08/2017 – Aceito 16/08/2017 – Publicado on-line 04/01/2018

Resumo

A adoção de manejos diferenciados tem se tornado cada vez mais aplicado, o que exige conhecimento técnico para confirmar a sua viabilidade. O objetivo neste trabalho foi avaliar a dinâmica dos atributos químicos de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico sob manejo de sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), comparados à rotação soja/pasto e à mata nativa. As coletas se deram em uma unidade de referencia tecnológica da Embrapa Agrossilvipastoril, em outubro de 2008, 2009 e 2010, na profundidade de 0,0-0,2 m. Os resultados indicam uma variação entre os sistemas, dentro e entre os anos avaliados. Para a maioria dos atributos, o sistema ILPF linha dupla de eucalipto apresentou variação maior comparado aos demais sistemas. Os sistemas de integração seguiram as tendências encontradas na dinâmica dos atributos químicos da mata nativa. O K apresentou-se elevando nos sistemas de ILPF, sugerindo maior aporte deste nutriente. No teste de agrupamento o Ca foi a variável que agrupou os tratamentos no último ano, enquanto K agrupou as variáveis no segundo ano e discretamente no primeiro ano. Pode-se concluir que a adoção de sistemas integrados mantém o aporte e a ciclagem de nutrientes, o K é o principal componente adicionado em sistemas de ILPF e o agrupamento das variáveis nos diferentes períodos é significativa, o que demonstra que o manejo afeta diretamente as dinâmicas dos atributos químicos.

Palavras-Chave: dinâmica química, integração lavoura-pecuária-floresta, matéria orgânica, nutrição mineral

Soil Chemical Attributes in Integrated Systems. The adoption of different managements has become increasingly applied, which requires technical knowledge to confirm its viability. The goal was to evaluate the chemical attributes dynamics in a Oxisol under management of integrated Crop-Livestock-Forest (ICLF) systems, compared to the rotation soybeans/pasture and to native forest. The samples were undertaken in a technology reference area at Embrapa Agrossilvipastoril, in October 2008, 2009 and 2010, at a 0,0-0.2 m depth. The results indicate a variation between the systems, within and between the evaluated years. For most attributes, the ICLF system with double row of eucalyptus presented greater change compared to the other systems. The integration systems followed the trends found in the native forest chemical attributes. The K content was high in the ICLF systems, suggesting a greater input of this nutrient. In the cluster test, the Ca was the variable that grouped the treatments in the last year, while K grouped the variables in the second year and slightly in the first year. It can be concluded that the adoption of integrated systems maintains the nutrients contribution and cycling, the main component added in ICLF systems is K and the grouping of the variables in the different periods is significant, which demonstrates that the management directly affects the dynamics of the attributes Chemicals.

Key-words: chemical dynamics, integrated Crop-Livestock-Forest, mineral nutrition, organic matter

¹ Docente do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário de Várzea Grande – UNIVAG, Av. Orlando Chaves, n° 2655, Cristo Rei, CEP 78118-000, Várzea Grande, MT, Brasil, email: anastieven@yahoo.com.br. *Autor para correspondência

² Docente do programa de pós-graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Correa da Costa, n° 2367, CEP 78060-900, Cuiabá, MT, Brasil

³ Extensionista rural da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural – Empaer/MT, Av. Joaquim Pereira Ferreira Mendes, 238 - Sn, Diamantino, MT, CEP 78400-000 Brasil

⁴ Programa de pós-graduação em Biologia Molecular, Universidade Estadual do Mississippi, Estados Unidos

⁵ Embrapa Arroz e Feijão, locado Embrapa Agrossilvipastoril, Rodovia MT-222, Km 2,5, s/n - Zona Rural, Sinop, MT, Brasil

1. Introdução

Os sistemas agrícolas de produção estão em constante mudança, isso se deve, principalmente, pela necessidade da adoção de manejos que proporcionem melhores produtividades das culturas e, ao mesmo tempo, contribua para um menor impacto ambiental. Assim, a ideia da construção de sistemas sustentáveis vem crescendo nos últimos anos. No Brasil mais da metade da área cultivada adota o sistema de semeadura direta sem o emprego de revolvimento do solo (FEBRAPDP, 2014).

Os sistemas de manejo diferenciados, ou seja, não usualmente utilizados, como o sistema de plantio direto e os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e/ou integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), são sistemas que tem permitido muitos benefícios ambientais, vantagens econômicas e sociais para os produtores (Silva et al., 2009).

Vilela et al. (2012), ressalta a importância do estudo dos sistemas ILPF, haja visto que a adoção destes sistemas resulte em melhorias significativas na sustentabilidade socioeconômica e ambiental nas propriedades e da região de influência de fazendas que tem adotado esta prática de manejo.

A ILPF contempla sistemas produtivos diversificados de grãos, fibra, carne, leite, lã e produtos florestais dentre outros, realizados na mesma área, em plantio consorciado, em sucessão ou rotação. Tem por objetivo maximizar a utilização dos ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, assim como efeitos residuais de corretivos e nutrientes. Visa ainda minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão de obra, gerar emprego, renda, melhorar as condições sociais no meio rural, além de reduzir os impactos ao meio ambiente (Balbino et al., 2012).

A adoção de sistemas conservacionistas de manejo do solo e sistemas de integração tem se apresentado como alternativa para contribuir não apenas com a sustentabilidade econômica, mas também ambiental dos agroecossistemas (Carneiro et al., 2008).

Pesquisas mostram que, além da disponibilização de matéria orgânica mais diversa, a ILPF consiste no uso de culturas com diversos sistemas radiculares explorando o mesmo espaço de solo, porém em profundidades diferenciadas, o

que promove o aumento da qualidade do solo, tendo relação positiva entre fósforo, potássio, cálcio, pH e as raízes (Konig et al., 2002; Silva et al., 2009).

Dessa forma o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características químicas em um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico (LVAd) sob manejo de três diferentes sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), ao qual foi realizado monitoramento das alterações durante os três anos a partir da sua implantação do sistema, comparados aos sistemas rotação soja/pastagem e solo sob mata nativa da região.

2. Material e Método

O experimento de campo está localizado em uma unidade de referencia tecnológica da Embrapa Agrossilvipastoril implantada na Fazenda Gamada, no município de Nova Canaã do Norte, Mato Grosso. A fazenda localiza-se entre a latitude 10°33'29" S e a longitude 55°57'11" W. O solo esta classificado como LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico (LVAd), segundo SEPLAN-MT (2012), sob um sistema integrado (ILPF), estabelecido em dezembro de 2008.

As áreas de ILPF e rotação soja/pastagem foram corrigidas quimicamente (pH e saturação por base) e manejadas de forma a evitar impedimento de natureza física às culturas. A adubação foi realizada para atender a cultura do arroz (*Oryza sativa*), sendo utilizado como adubação de base 370 kg da fórmula 00-18-18, por hectare na semeadura. Dez dias após a emergência foi realizada a primeira adubação de cobertura com aplicação de 60 kg de uréia (27 kg N) por hectare e, dez dias após a segunda aplicação foi efetuada, utilizando 70 kg de uréia (31 kg N) por hectare, ambas a lanço.

No eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), a adubação de base consistiu de 200 g por cova do formulado (00-18-18), sendo que a adubação de cobertura foi feita no início da estação chuvosa da safra 2009/ 2010, mês de outubro, com a aplicação de 18 kg K e 3 kg B, em forma de meia lua, ao redor das mudas.

As amostras deformadas de solo foram coletadas na profundidade de 0 a 0,2 m sendo que, dentro de cada tratamento, foram delimitados quatro blocos hipotéticos e dentro destes blocos coletou-se duas amostras simples nas linhas e

duas nas entrelinhas da floresta, e quatro amostras na pastagem, totalizando oito subamostras em cada tratamento. O mesmo procedimento foi feito nas áreas de rotação soja/pastagem e mata nativa, como amostragem aleatória. A descrição dos tratamentos avaliados encontra-se na tabela Tabela 1.

Tabela 1- Descrição dos tratamentos avaliados, Fazenda Gamada, município de Nova Canaã do Norte, Mato Grosso.

ID	Sistema	Configuração
1, 6, 11	ILPF linha simples de eucalipto	Faixa de 200 m de largura com povoamento de eucalipto (<i>E. urograndis</i>), em linhas únicas de 250 m de comprimento separadas entre si por 20 m, com plantio de soja (<i>G. max</i>) na safra, milho (<i>Z. mays</i>) na safrinha e <i>B. ruziziensis</i> na entressafra, nas entrelinhas.
2, 7, 12	ILPF linha dupla de eucalipto	Faixa de 200 m de largura com povoamento de eucalipto (<i>E. urograndis</i>) distribuídos em sub-faixas compostas por duas linhas de 250 m de comprimento separadas entre si por 3 m, com distância entre plantas de 2 m e distância entre sub-faixas de 20 m, com plantio de soja (<i>G. max</i>) na safra, milho (<i>Z. mays</i>) na safrinha e <i>B. ruziziensis</i> na entressafra, nas entrelinhas.
3, 8, 13	ILPF linha tripla de eucalipto	Faixa de 200 m de largura com povoamento de eucalipto (<i>E. urograndis</i>) distribuídos em sub-faixas composta por três linhas de 250 m de comprimento separadas entre si por 3 m, com distância entre plantas de 2 m e distância entre sub-faixas de 20 m, com plantio de soja (<i>G. max</i>) na safra, milho (<i>Z. mays</i>) na safrinha e <i>B. ruziziensis</i> na entressafra, nas entrelinhas.
4, 9, 14	Rotação soja/ pastagem	Área de mesmo tamanho com plantio de soja (<i>G. max</i>) na safra, milho (<i>Z. mays</i>) na safrinha e <i>B. ruziziensis</i> na entressafra, em sistema de plantio direto.
5, 10, 15	Mata nativa	Área de mesmo tamanho, com mata nativa característica da região.

As amostragens de solo foram feitas no mês de outubro, período de chuva da região, nos anos de 2008 (Id. Tabela 1 - 1, 2, 3, 4, 5), 2009 (Id. Tabela 1 - 6, 7, 8, 9, 10) e 2010 (Id. Tabela 1 - 11, 12, 13, 14, 15), armazenadas em sacos plásticos previamente identificados e enviados ao

laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ), Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), campus Cuiabá, MT.

No laboratório, as amostras de solo foram secas ao ar até atingir 5% de umidade e peneirados a 2 mm de abertura de malha, para então serem caracterizada quimicamente de acordo com EMBRAPA (1999), para todas as coletas.

As médias das variáveis foram submetidos a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis, utilizando o programa computacional Assistat, versão 7.6, beta 2011 (Silva & Azevedo, 2002), e as correlações das variáveis, tratamentos e períodos analisados foram determinadas pela Análise de Componentes Principais (PCA) com auxílio do pacote estatístico Canoco (Canoco 4.5, Biometris, Wageningen, Holanda).

3. Resultados e Discussão

Os resultados apontam dinâmica variada dos atributos químicos, nos anos e tratamentos avaliados, além disso, os fatores de agrupamento também se apresentam diferente entre as avaliações.

3.1 Comparações entre médias dos atributos químicos e entre os anos de avaliação

A variação de pH entre os tratamentos foi observada especialmente no ano de 2009, onde o sistema de ILPF linha dupla apresentou o maior teor de acidez, pH 4,61, entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). Entretanto, em geral, os solos apresentam pH ácido, segundo classificação de Tomé Junior (1997), característico da região de estudo e, mesmo nas áreas com corretivo agrícola, sistema de integração e rotação soja/pastagem, observa-se situação semelhante a área de mata nativa.

Para o sistema de ILPF linha simples, observa-se nítida acidificação da área, com valores de 5,57, 5,27 e 5,13, respectivamente nos anos de 2008, 2009 e 2010.

Em comparação com diferentes estudos com sistemas de ILP, sob LATOSSOLOS VERMELHO DISTRÓFICO, e ILPF, em solos do Pará, foram identificados resultados de pH semelhantes aos encontrados neste estudo (Veloso et al., 1992; Santos et al., 2012). Por outro lado Cassol (2003) e colaboradores encontraram valores alcalinos de pH e atribuíram essas diferenças ao tempo de adoção de pastagem na

área, ou seja, quanto maior o tempo de adoção de pasto mais alcalino tende ser o solo; o que não corrobora com os resultados encontrados neste

trabalho, porém podem justificar os resultados com valores muito próximos, devido a adoção de pastagem pelo mesmo período de tempo.

Tabela 2- Caracterização química de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd), sob três sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, rotação soja/pastagem e mata nativa, avaliados durante três anos a partir da instalação dos sistemas, na profundidade de 0 – 0,2 m, período de chuva.

Tratamentos	pH			Ca			Mg			Al		
	água						cmol _c dm ⁻³					
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
ILPF linha simples	5,57 aA	5,27 abAB	5,13 bB	1,50 aA	1,11 abAB	0,78 bB	0,69 bA	0,59 bA	0,43 aA	0,20 bA	0,17 bA	0,30 aA
ILPF linha dupla	5,60 aA	4,61 cB	5,57 aA	1,53 aA	1,45 abA	1,50 abA	0,73 bB	1,37 aA	0,69 aB	0,10 bB	1,16 aA	0,20 abB
ILPF linha tripla	5,27 aAB	5,17 bB	5,60 aA	1,11 aA	0,99 bA	1,53 abA	0,59 bA	0,48 bA	0,73 aA	0,17 bA	0,23 bA	0,10 bA
Rotação soja/pasto	4,02 bB	5,53 abA	5,27 abA	0,90 aB	1,80 aA	1,11 bB	2,05 aA	0,72 bB	0,59 aB	2,03 aA	0,13 bB	0,17 abB
Mata Nativa	5,23 aB	5,63 aA	5,20 abB	0,93 aB	1,55 abAB	2,01 aA	0,51 bA	0,76 bA	0,68 aA	0,20 bAB	0,13 bB	0,29 aA
CV%	3,28			25,21			22,43			21,24		

Tratamentos	H+Al			P			K			MO		
	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³						g dm ⁻³		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
ILPF linha simples	5,41 bB	6,09 bAB	6,79 aA	8,30 aA	4,23 bcB	5,73 abAB	133,00 aA	105,67 aA	84,00 aA	19,67 aA	19,66 aA	18,67 aA
ILPF linha dupla	5,77 bB	8,65 aA	5,41 bB	1,20 cC	4,95 abB	8,30 aA	97,00 aA	9,25 bB	133,00 aA	24,00 aA	15,51 abB	19,67 aAB
ILPF linha tripla	6,09 bA	6,39 bA	5,77 bA	4,23 bcA	2,77 bcA	1,20 cA	105,67 aA	103,67 aA	97,00 aA	19,67 aAB	18,33 abB	24,00 aA
Rotação soja/pasto	11,30 aA	5,74 bB	6,09 abB	5,19 abB	8,43 aA	4,23 bcB	10,40 bA	13,57 bA	10,57 bA	22,97 aA	13,57 bcB	10,57 bB
Mata Nativa	6,27 bA	5,74 Ba	6,01 abA	3,40 bcAB	1,19 cB	4,71 abcA	12,03 bA	9,68 bA	8,10 bA	12,03 bA	9,71 cA	8,05 bA
CV%	5,77			34,51			43,37			14,28		

* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis.

O sistema de mata nativa destacou-se dos demais em relação ao acúmulo de Ca, com teor maior encontrado para o ano de 2010, terceiro ano de avaliação. Esse resultado contradiz o trabalho de Carneiro (2009) e colaboradores o qual afirma que solos sob Cerrado devem apresentar menores teores de Ca, uma vez que solos manejados são submetidos à correção e adubação.

Ao contrário do observado com no solo de mata, onde houve acúmulo, o sistema de ILPF linha simples de eucalipto apresentou redução dos teores de Ca, com o passar dos anos, onde apresentou 1,50, 1,11 e 0,78 cmol_c dm⁻³ nos anos de 2008, 2009 e 2010.

A adoção dos sistemas de integração não beneficiou o aumento dos teores de Ca. A média do teor de Ca observado neste trabalho classifica todos os solos com teores baixo desse nutriente (Tomé Junior, 1997).

Porém, é possível verificar na literatura que o Ca é o nutriente com maior concentração nas folhas, no lenho e na casca de plantas perenes, o que pode justificar a diminuição deste nos sistemas de integração (Santana et al., 1999).

A variável Mg apresentou dinâmica diferenciada apenas nos tratamentos ILPF linha dupla e rotação soja/pastagem. Para o sistema de integração houve um acréscimo significativo no segundo ano e decréscimo no ano seguinte, com valores de 0,73, 1,37 e 0,69 cmol_c dm⁻³, em 2008, 2009 e 2010, respectivamente. Por outro lado à rotação soja/pastagem apenas apresentou perda nos teores deste nutriente, com 2,05, 0,72 e 0,59 cmol_c dm⁻³, respectivamente.

Os baixos teores de Mg no ambiente, bem como o decréscimo deste nutriente, pode estar relacionado com a baixa adição do mesmo via serapilheira, onde apresenta a segunda menor concentração, ele é maior apenas frente ao P, quando comparadas aos teores de N, P, K, Ca e Mg (Santana et al., 2002; Rosa, 2010).

Os teores de Al variaram dentro e entre os anos. Os sistemas de integração apresentaram maiores teores no segundo ano de avaliação, 2009, enquanto rotação soja/pastagem apresentou no primeiro ano, 2008, com 2,03 cmol_c dm⁻³, o maior teor encontrado no presente estudo; e mata nativa no último ano, 2010, com 0,29 cmol_c dm⁻³.

Comparando estes resultados com a literatura, observa-se que os teores estão abaixo dos encontrados, principalmente para mata nativa, uma vez que Carneiro et al. (2009) analisando um Latossolo Vermelho na região do Cerrado, encontraram valores de $0,81 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ deste elemento, apresentando a maior média em relação a outros tipos de uso de solo para mesma região.

Seguindo a mesma dinâmica do Al, uma vez que é a soma deste com H, a acidez potencial foi maior no sistema de rotação soja/pastagem no primeiro ano, 2008, com $11,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ frente aos demais, em todos os sistemas.

Esses baixos teores de Al, e por sua vez de Al+H, sugerem a presença e ação da matéria orgânica, que atua na complexação do Al principalmente por meio dos grupos carboxila e hidroxila, em que os ácidos orgânicos são estabilizados por esse íon, reduzindo sua atividade no solo (Alleoni & Melo, 2009).

O sistema de ILPF linha dupla mais uma vez destaca-se frente à dinâmica dos nutrientes, apresentando acúmulo pronunciado de P no sistema, durante o tempo de monitoramento, com teores de $1,20$, $4,95$ e $8,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ em 2008, 2009 e 2010, respectivamente. Apesar desse nutriente apresentar baixo índice de ciclagem (Santana et al., 2002) e baixo teor na serapilheira (Rosa, 2010), ele apresentou acúmulo neste sistema, ao contrário do que ocorreu nos demais, onde a dinâmica é bem diferenciada.

No sistema de ILPF linha tripla a dinâmica foi oposta, com diminuição dos teores nos três anos avaliados, apresentando $4,27$, $2,77$ e $1,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente, porém foram iguais estatisticamente.

Para o K, os sistemas de ILPF apresentam valores muito superior frente aos demais. Nos sistemas de integração é possível visualizar teores nas casas centésimas de mg dm^{-3} , enquanto que na rotação soja/pastagem e mata nativa visualiza-se nas casas decimais.

Sanchez et al. (2009) e Leão et al. (2010) também observaram grande variabilidade em Latossolos, principalmente nas camadas mais superficiais. Essas camadas são as que sofrem maiores alterações, principalmente pela ação antrópica, o que acarreta baixo grau de homogeneidade das características químicas, principalmente pelo aporte de nutrientes, e físicas, pelo uso de maquinários agrícolas (Montanari et al., 2008, Dalchiavon et al., 2012). A bibliografia também justifica o elevado CV encontrado para o

K, onde apresentou 43,37%, o mais elevado dentre todas as variáveis.

A dinâmica da matéria orgânica nos sistemas foi muito parecida aos demais parâmetros e isso era esperado uma vez que ela é responsável pelo *pool* de nutrientes a ser ciclados e disponibilizado no solo, para, posteriormente, a absorção das plantas.

Os sistemas de ILPF linha simples e mata nativa mantiveram os teores de matéria orgânica nos anos avaliados, sem apresentar diferença estatística, sendo eles $19,67$, $19,66$ e $18,67$ e $12,03$, $9,71$ e $8,05 \text{ g dm}^{-3}$, para os três anos avaliados, respectivamente.

Entretanto, os sistemas de ILPF linhas dupla e tripla apresentavam teores maiores no primeiro ano, 2008, com decréscimo no segundo, 2009, e retomando o acúmulo no terceiro, 2010. O sistema de rotação soja/pastagem apresentou perdas de matéria orgânica com o passar dos anos, com $22,97$, $13,57$ e $10,57 \text{ g dm}^{-3}$, respectivamente.

A partir dos valores observados para a variável, classificam-se os solos estudados com baixo teor de matéria orgânica (Tomé Júnior, 1997). Nicoloso (2005) em trabalho realizado em ILP constatou que ocorreu adição de matéria orgânica no decorrer dos anos de implantação do sistema. O mesmo espera-se dos sistemas integrados em estudo, pois todos os sistemas manejados estão sob sistema de plantio direto, entretanto assume-se que, para tal verificação, o tempo de avaliação do sistema deve ser expandido.

3.2 Agrupamento dos tratamentos

A análise multivariada foi aplicada para verificar a influência das características químicas no agrupamento dos tratamentos, dentro dos anos de avaliação (Figura 1). Os resultados demonstram que as amostras coletadas no ano de 2010, (11, 12, 13), foram agrupadas, principalmente, pela variável Ca, seguida do K.

Os cinco sistemas avaliados estão intimamente agrupados pela variável Ca. Os sistemas de integração apresentam-se mais próximo ao centro do gráfico, enquanto que a rotação soja/pastagem (14) e mata nativa (15) distanciam-se do eixo principal, sugerindo serem menos influenciadas pelas variáveis Ca.

Os sistemas agrupados pelo Ca apresentam plantação de eucalipto, que no período de 2010, se apresentava com 2 anos de desenvolvimento, então com altura de,

aproximadamente, 2,5 m e época do primeiro desbaste. Essa informação é importante quando assumimos que o desbaste gera maior deposição de matéria orgânica no solo, e como citado anteriormente, o nutriente Ca esta presente em grande quantidade nas folhas, lenho e caule da planta.

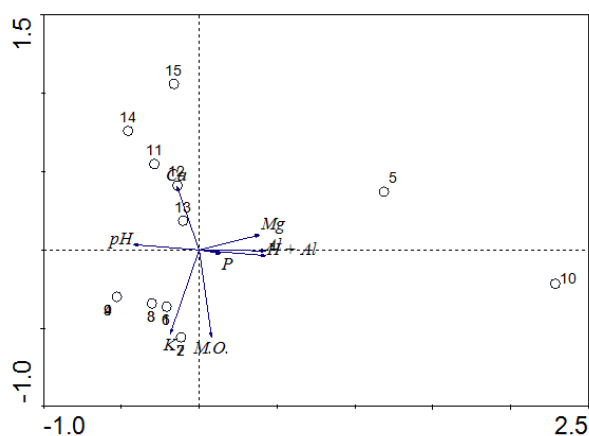


Figura 1- Análise de componente principal baseada nas análises químicas de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (LVAd), sob três sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta, rotação soja/pastagem e mata nativa, avaliados durante três anos a partir da instalação dos sistemas, na profundidade de 0 – 0,2 m.

* A descrição dos sistemas está apresentada na Tabela 1.

O padrão de transferência observado para o Ca, agrupando os sistemas com floresta de eucalipto, corrobora com os resultados apresentados por Pimenta et al. (2011) no qual afirma que em áreas com floresta, entre todos os nutrientes, o Ca apresenta a maior transferência, além disso, segundo Vitousek (1982) esse elemento é o mais transferido pela serapilheira em regiões tropicais.

Por outro lado, no ano de 2009, o K foi o principal fator de agrupamento das amostras, principalmente aos sistemas de ILPF (6, 7, 8), seguidos da rotação soja/pastagem (9). Neste ano ao qual o K gerou maior influência observou-se, também, o período no qual ocorreu uma queda significativa desse teor no solo (Tabela 2). Essa condição pode ser justificada pela absorção das gramíneas presente sob o solo neste período, pois sabe-se que estas absorvem melhor o K que outros tipos vegetais, como o trigo, que foi a primeira cultura utilizada no experimento.

Os resultados obtidos da coleta de 2008, período de implantação da ILPF, não apresentam

agrupamento dos sistemas. Esse resultado pode estar relacionado com o preparo do solo para instalação do experimento, o que sugere que os fatores químicos do solo não apresentavam relação entre as áreas, necessitando de corretivos para homogeneidade do experimento.

É possível observar que as coletas na área de mata nativa não apresentam agrupamento com os tratamentos em nenhum dos períodos avaliados (5, 10, 15). Esse resultado é compreensível quando assumido que estas áreas não sofrem adição de nutrientes via adubação, sendo assim não são homogeneizadas em relação aos atributos químicos do solo.

4. Conclusão

Os sistemas de ILPF mantem a adição constante de nutrientes ao solo via ciclagem de nutrientes provenientes da parte vegetal;

O K é o principal componente adicionado em sistemas de ILPF, sendo este teor de deposição muito maior que nas áreas tomadas para comparação;

O agrupamento das variáveis nos diferentes períodos é significativo, o que demonstra que o manejo afeta diretamente as dinâmicas dos atributos químicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas – FAMEVZ/ UFMT pela disponibilidade de análise das amostras, e a Fundação Agrisus pelo financiamento deste projeto (Processo PA 690/2010).

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ALLEONI, L. R. F.; MELO, V. F. (Eds) **Química e mineralogia de solos**. Vol.1, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa. 2009. 695 p.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da integração



Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF). **International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba, SP, Informações Agronômicas n° 138, 2012.

CARNEIRO, M.A.C.; ASSIS, P.C.R.; MELO, L.B.C.; PEREIRA, H.S.; PAULINO, H.B.; SILVEIRA NET, A.N. Atributos bioquímicos em dois solos de Cerrado sob diferentes sistemas de manejo e uso. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v. 38, n. 4, p. 276-283, 2008.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. Atributos físicos, químicos e biológicos do Cerrado sob diferentes sistemas de uso de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

CASSOL, L.C. 2003. **Relação solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. 157p.

DALCHIAVON, F.C.; CARVALHO, M.P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 34, n. 3, p. 453-461, 2012.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 412p.

FEBRAPDP - Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha e Irrigação, Ponta Grossa, Pr, 2014.

KÖNIG, F. G.; BRUN, E.J.; SCHUMACHER, M.V.; LONGHI, S.J. Devolução de nutrientes via serapilheira em um fragmento de floresta estacional decidual no município de Santa Maria, RS. **Brasil Florestal**, Brasília, DF, v. 72, p. 45-52, 2002.

LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMHOFF, S. & EUCLIDES, V.P.B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 415-423, 2010.

MONTANARI, R.; SOUZA, G.S.A.; PEREIRA, G.T.; MARQUES, J.; SIQUEIRA, D.S.; SIQUEIRA, G.M. Variabilidade espacial de atributos químicos em Latossolo e Argissolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 5, p. 1266-1272, 2008.

NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; AMADO, T.J.C. BAYER, C.; LANZANOVA, M.E. Balanço de carbono orgânico no solo sob integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n.6, 2008.

PIMENTA, J.A.; ROSSI, L.B.; TOREZAN, J.M.D.; CAVALHEIRO, A.L.; BIANCHINI, E. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, MG, v.25, n.1, p.53-57, 2011.

ROSA, T.F.D. **Produção de serapilheira, concentração e acúmulo de nutrientes em povoamentos de teca**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2010. 59p.

SANCHEZ, R.B.; MARQUES JR., J.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, G.T.; MARTINS FILHO, M.V.M. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedofomas. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 68, n. 4, p. 1095-1103, 2009.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.S.; NEVES, J.C.L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, n.56, p.155-169, 1999.

SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do Estado de São Paulo. **Revista árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÕ, R.L.; PETTER, F.A.; BECQUER, T. Atributos químicos e estabilidade de agregados sob diferentes culturas de cobertura em Latossolo do cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 16, n. 11, p. 1171- 1178, 2012.

SEPLAN-MT - Secretaria de Planejamento do estado de Mato Grosso, 2012. Disponível em: <http://www.zsee.seplan.mt.gov.br>, acesso em Maio de 2015.

SILVA, A.A.; GALON, L.; FERREIRA, F.A.; TIRONI, S.P.; FERREIRA, E.A.; SILVA, A.F.; ASPIAZÚ, I.; AGNES, E.L. Sistema de Plantio Direto na Palhada



e seu impacto na agricultura brasileira. **Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 4, p. 496-506, 2009.

SILVA, F.A.S.E. & AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

TOMÉ JÚNIOR, J.B. **Manual para interpretação de análise do solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247 p.

VELOSO, C. A. C.; BORGES, A. L.; MUNIZ, A. S.; VEIGAS, I. A. Efeito de Diferentes Materiais no pH do Solo. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 123-128, 1992.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L. Integração lavoura-pecuária-floresta: alternativa para intensificação do uso da terra. **Revista UFG**, Goiânia, GO, n. 13, 2012.

VITOUSEK, P.M. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist**, Chicago, v. 4, n. 119, p. 553-572, 1982.