

Fertilidade de um Latossolo Vermelho Amarelo sob diferentes arranjos espaciais de eucalipto em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF)⁽¹⁾.

Larissa Silva Melo⁽²⁾; Ramon Costa Alvarenga⁽³⁾; Maria Celuta Machado Viana⁽⁴⁾; Francisco Morel Freire⁽⁵⁾; Miguel Marques Gontijo Neto⁽⁶⁾; Antônio Carlos Oliveira⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Programa de Transferência de Tecnologias de Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta.

⁽²⁾ Estudante; Universidade Federal de São João Del Rei; Sete Lagoas, MG; Bolsista Fapemig; lalasmelo@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁴⁾ Pesquisadora; Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais; ⁽⁶⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo; ⁽⁷⁾ Pesquisador; Embrapa Milho e Sorgo.

RESUMO: Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) possibilitam produção de alimentos, forragens e agroenergia com racionalização no uso de insumos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fertilidade de um Latossolo Vermelho Amarelo sob iLPF com diferentes arranjos espaciais de eucalipto, na região Central de Minas Gerais. O eucalipto foi plantado em junho de 2008 e irrigado até estabelecimento. Em novembro o milho foi semeado em sistema de plantio direto. Em novembro do ano seguinte o milho foi novamente semeado em consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv Marandu. As parcelas foram os arranjos espaciais de eucalipto. As árvores foram distribuídas espacialmente: **1)-** (3 x 2) +20 m com duas linhas paralelas espaçadas entre si em 3 m e faixa de cultivo de 20 m, totalizando 333 árvores/ha; **2)-** 2 + 9 m com linha única e faixa de cultivo de 9 m (556 árvores/ha) e; **3)-** (2 x 2) + 9 m com duas linhas paralelas espaçadas entre si em 2 m e faixa de cultivo de 9 m (909 árvores/ha). Na linha as árvores tinham espaçamento de 2 m entre si, em todos os tratamentos. A fertilidade do solo foi avaliada em três distâncias das linhas de árvores e, em três profundidades. Os arranjos não afetaram a concentração dos nutrientes no solo. Diferenças na fertilidade são devidas, em grande parte, as profundidades. É possível que o papel das pastagens sobre a reciclagem de nutrientes em sistemas iLPF se intensifique com a idade dos sistemas.

Termos de indexação: Manejo do solo, eucalipto, sistema de produção.

INTRODUÇÃO

Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) têm demonstrado ser estratégias de produção de alimentos, forragens e agroenergia. Neste estudo o sistema se enquadra na modalidade de exploração agrossilvipastoril onde se tem a implantação do componente arbóreo, de uma cultura

e depois da pastagem. Silva et al. (1996) citam como vantagens desse sistema a preservação da qualidade do solo através da ciclagem de nutrientes e adição de matéria orgânica, a utilização da radiação solar mais eficientemente do que nas explorações solteiras e a captura dos nutrientes e umidade de solo de diferentes zonas de raiz diminuindo a dependência de entradas externas de nutrientes (adubações). As árvores, forrageiras ou não, também promovem a proteção do solo diminuindo o efeito direto do sol (sombra), da chuva (redução do impacto da gota) e do vento (barreiras barra-vento). Outra finalidade seria o fornecimento de madeira, carvão, essência florestal, exploração da apicultura (Murgueitio *et al.*, 1999).

Diante da demanda do setor florestal e pecuário e, no intuito de buscar alternativas à monocultura do eucalipto e a degradação das pastagens e, ainda, visando aumentar da renda do produtor rural, a integração lavoura-pecuária-floresta tem sido difundida na região Central de Minas Gerais, pela EPAMIG, Emater-MG e Embrapa Milho e Sorgo. Assim, definir regionalmente as alternativas técnicas, econômicas e ambientalmente viáveis destes sistemas significa possibilitar aos proprietários rurais a introdução de novas atividades na propriedade, sem prejuízo daquelas já existentes.

Este trabalho teve como objetivo geral, avaliar a fertilidade de um Latossolo Vermelho Amarelo sob iLPF com diferentes arranjos espaciais de árvores de eucalipto, na região Central de Minas Gerais após três anos de implantação dos sistemas iLPF.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de Integração Lavoura - Pecuária - Floresta utilizado está localizado na Fazenda Experimental de Santa Rita/EPAMIG, em Prudente de Moraes-MG, localizada a 19°27'15" latitude sul, 44°09'11" longitude oeste e 732 m de altitude. O clima da região é do tipo Aw, com duas estações

bem definidas: seca (maio a outubro) e águas (novembro a abril).

O ensaio ocupa uma área de 5 ha de um Latossolo Vermelho Amarelo, argiloso, onde existia uma pastagem degradada com predominância de *Brachiaria decumbens*. O ensaio foi implantado em 2008. A correção do solo foi feita utilizando 2 t/ha de calcário dolomítico incorporado com aração profunda (0,35m) com arado de aiveca. Após a correção química do solo, foi feita nova análise química (**Tabela 1**) para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. O eucalipto foi plantado em junho de 2008 e irrigado até estabelecimento das mudas. Em novembro o milho foi semeado em sistema de plantio direto. Em novembro do ano seguinte o milho foi novamente semeado em consórcio com a *Brachiaria brizantha* cv Marandu para formação da pastagem que lá se encontra. Depois da colheita do milho para ensilagem a área passou a ser pastejada por bovinos leiteiros sob pastejo rotacionado.

Tabela 1. Características químicas das amostras de solo coletadas na área de iLPF após correção do solo. FESR/EPAMIG, 2008

Profundidade (cm)	pH (H ₂ O)	H + Al	Al	Ca	Mg	K	P	MOS (dag/kg)
		cmol/dm ³				(mg/dm ³)		
0 - 20	5,4	7,95	0,40	2,93	0,66	72	3,8	4,51
20 - 40	5,2	8,95	0,93	2,01	0,41	54	3,3	4,09

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas sub-sub divididas e com três repetições. A parcela foi constituída pelos arranjos espaciais de árvores de eucalipto, clone GG100 (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*). As árvores foram distribuídas espacialmente em três tratamentos: **1)-** (3 x 2) +20 m com duas linhas paralelas de árvores espaçadas entre si em 3 m, e faixa de cultivo de 20 m, totalizando 333 árvores/ha; **2)-** 2 + 9 m com linha única de árvores e faixa de cultivo de 9 m (556 árvores/ha) e; **3)-** (2 x 2) + 9 m com duas linhas paralelas de árvores espaçadas entre si em 2 m (909 árvores/ha). Na linha as árvores tinham espaçamento de 2 m entre si, em todos os tratamentos.

Na subparcela foram alocados os locais das amostragens de solo, em três posições: 1- no alinhamento das árvores; 2- a 1,5 m da linha de árvores e; 3- no centro da faixa de cultivo entre dois renques de árvores. Em cada uma destas posições foram obtidas amostras de solo nas profundidades de 0 a 5, 15 a 20 e 35 a 40 cm que constituiram as sub-subparcelas. Em cada ponto de amostragem foram coletadas amostras compostas por dez amostras simples de solo nas profundidades de 0 a

5 cm, de 15 a 20 cm e de 35 a 40 cm, para análises químicas. Foram determinados: pH, Al, Ca, Mg, K, P, matéria orgânica do solo (MOS) (Embrapa, 1997) e calculadas SB, CTC, V e m. A dimensão de cada subparcela foi de 72 x 25m (1.800 m²).

Os resultados foram submetidos a análise de variâncias e as médias comparadas pelo teste LSD considerando o nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os arranjos espaciais de árvores de eucalipto dos sistemas iLPF somente afetaram significativamente os valores das variáveis pH, Ca, Mg, SB e V dentro de cada profundidade estudada. Para as demais variáveis houve efeito significativo apenas entre profundidades. Também não foi observada variação nos atributos da fertilidade do solo conforme a posição de amostragem em relação às árvores, ou seja, até o presente estágio de desenvolvimento dos sistemas iLPF as árvores e os manejos de lavouras e, depois pastagem, não concorreram para discriminar diferenças significativas (**Tabela 2**).

Observa-se que, de modo geral, a fertilidade do solo variou significativamente com as profundidades de amostragem mostrando condições mais favoráveis às plantas na camada superficial e redução desta condição à medida que se aprofundou no perfil. Houve grande variação dos resultados em comparação aos resultados da amostragem inicial do solo em 2008. Possivelmente, o fato desta amostragem ter sido realizada depois da aração profunda, com incorporação de diversos resíduos vegetais ainda não mineralizados e, as diferentes camadas de solo amostradas interferiram no resultados. Atributos da fertilidade do solo que se correlacionam positivamente com o crescimento das plantas (K, CTC, e MOS,) reduziram significativamente ($P \leq 0,01$) seus valores à medida em que se aumentou a profundidade. Este comportamento também foi verificado para o pH, Ca, Mg, SB e V, entretanto, os resultados significativos foram dependentes da profundidade. Por outro lado, aqueles atributos relacionados à acidez do solo (Al e m) apresentaram resultados inversos. O teor de P no solo é adequado e não variou significativamente entre as profundidades. De modo geral os atributos avaliados encontram-se dentro de padrão que proporciona um adequado crescimento das plantas.

O padrão da fertilidade inicial da gleba (**Tabela 2**) e a adequação inicial do solo com corretivo, incorporado até 0,35 m sofreu alterações devido a deposição, na superfície, dos resíduos



vegetais principalmente do eucalipto (desrama) e do capim braquiária. Apesar das adubações das lavouras, nos dois primeiros anos, terem contribuído para acréscimos do teor de nutrientes no solo, a exportação destes via grãos e forragem (pastagem e silagem) também foram intensas colocando esta prática (adubação) em condição de igualdade com a reciclagem para explicar as diferenças, pelo menos até o momento presente do estudo. Neste contexto, acredita-se que os sistemas iLPF tenham mostrado efeito considerável sobre a reciclagem de nutrientes no solo sem, contudo, indicação sobre qual arranjo espacial de árvores é o mais efetivo nesta reciclagem levando em conta que o número de árvores/ha e a faixa de cultivo/pastagem são variáveis entre eles.

Embora a análise estatística dos dados de pH, Ca, Mg, SB e V em função das profundidades tenham indicado diferenças significativas nestes cinco atributos de solo, observa-se que o desdobramento acusou tal diferença apenas para o pH, Mg e SB. Mesmo assim, apenas na camada superficial (0 a 5 cm) onde os valores no arranjo espacial (3 x 2) + 20 foram superiores ao (2 x 2) + 9. Ainda é prematuro afirmar a causa destas variações mas, é possível que o papel da reciclagem pela pastagem esteja fazendo a diferença. Nota-se que no arranjo (3 x 2) + 20 m a área de pastagem é maior e o número de árvores (455) é a metade em comparação ao outro tratamento iLPF (909). Desse modo, é possível que o manejo da pastagem passe a interferir na disponibilidade dos nutrientes do solo especialmente no arranjo espacial de árvores (3 x 2) + 20 m onde a faixa de pastagem é mais larga favorecendo a entrada de luz. Nesta situação tanto a remoção quanto a reciclagem deverão ser mais intensos. Nos arranjos com espaçamento entre renques de árvores de 9 m o crescimento das árvores interferem negativamente sobre a luminosidade da faixa o que pode limitar o desenvolvimento do capim e, conseqüentemente, determinar menor intensidade na reciclagem. Estes comportamentos diferenciais em três anos, entretanto, ainda parecem estar intimamente relacionados com as profundidades do solo.

CONCLUSÕES

Os arranjos espaciais de árvores nos sistemas iLPF não afetaram a concentração dos nutrientes no solo nos três anos iniciais do estudo.

Neste período, as diferenças na fertilidade do solo são devidas, em grande parte, as profundidades amostradas.

É possível que o papel das pastagens sobre a reciclagem de nutrientes em sistemas iLPF se intensifique com a idade dos sistemas.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo financiamento do projeto e pela bolsa PIBIC concedida.

REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.

MURGUEITIO, E.; ROSALES M.; GÓMEZ, M. Agroforestería para la producción animal sostenible. Cali: Centro para La Investigación em Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, 1999. 67 p.

SILVA, J. L. S.; GARCIA, R.; SIABRO, J. C. Desempenho de bovinos e seus efeitos sobre as árvores em florestas de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) na região fisiográfica da Depressão Central do Rs. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSISTEMAS FLORESTAIS, 4, 1996, Belo Horizonte.

Tabela 2. Resultados médios da fertilidade de um Latossolo Vermelho Amarelo em função das profundidades estudadas. Sete Lagoas, 2013.

Profundidade (cm)	Arranjo	pH	Al	Ca	Mg	SB	CTC	K	P	m	V
		(H ₂ O)			(cmol _e /dm ³)			(mg/dm ³)		(%)	
0-5	(3 x 2) + 20	5,84 a	0,04 a	4,64 a	1,06 a	6,00 a	9,59 a	102,76 a	9,92 a	0,57 a	62,50 a
	(1 x 2) + 9	5,69 ab	0,11 a	4,21 a	0,91 ab	5,24 ab	9,25 a	70,31 a	6,92 a	2,82 a	56,24 a
	(2 x 2) + 9	5,38 b	0,25 a	3,39 a	0,71 b	4,26 b	9,40 a	65,63 a	28,04 a	5,69 a	46,52 a
Média		5,63 A	0,13 C	4,06 A	0,89 A	5,14 A	9,41 A	78,68 A	15,16 A	3,12 A	54,80 A
15-20	(3 x 2) + 20	5,08 a	0,44 a	1,60 a	0,34 a	2,24 a	7,45 a	36,80 a	14,88 a	21,51 a	30,35 a
	(1 x 2) + 9	5,41 a	0,42 a	2,17 a	0,51 a	2,76 a	7,84 a	34,49 a	142,39 a	15,51 a	35,21 a
	(2 x 2) + 9	5,06 a	0,69 a	2,03 a	0,41 a	2,52 a	9,07 a	39,09 a	62,43 a	21,29 a	31,81 a
Média		5,10 B	0,52 B	1,93 B	0,42 B	2,51 B	8,12 B	36,79 B	73,24 A	19,43 B	32,46 B
35-40	(3 x 2) + 20	4,80 a	0,89 a	0,56 a	0,08 a	0,68 a	6,99 a	19,93 a	14,40 a	57,10 a	11,14 a
	(1 x 2) + 9	4,80 a	0,89 a	0,71 a	0,12 a	0,85 a	6,30 a	16,19 a	15,96 a	52,00 a	13,48 a
	(2 x 2) + 9	4,77 a	1,02 a	0,86 a	0,13 a	1,05 a	7,90 a	21,12 a	38,27 a	48,75 a	15,82 a
Média		4,79 C	0,93 A	0,71 C	0,10 C	0,86 C	7,07 C	19,09 C	22,88 A	52,61 C	13,48 C

Para cada atributo de solo (coluna), médias de profundidades seguidas por letras maiúsculas diferentes e, médias seguidas por letras minúsculas diferentes, dentro de cada profundidade, diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste LSD.