



Atributos físicos e químicos do solo e produção de capim marandu em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta

Jéssica Fernanda Dias Souza^(1*); Carolina dos Santos Batista Bonini⁽¹⁾; Caroline Teodoro de Souza⁽¹⁾; Rafael Luís Sanchez Perusso⁽¹⁾; Gustavo Pavan Mateus⁽²⁾; Gelci Carlos Lupatini⁽¹⁾; Cristiana Andrighetto⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Universidade Estadual Paulista (UNESP) ; Dracena, São Paulo, Brasil, 17900-000 *email: fernanda.jessicadias@gmail.com . Bolsista FAPESP (proc FAPESP 2017/08818-8).

⁽²⁾ Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios; Andradina, São Paulo, Brasil, 16900-187

RESUMO: O sistema integração lavoura-pecuária-floresta tem a característica de integrar culturas pastagens, componentes arbóreos e animais herbívoros em uma mesma área. A implantação deste sistema visa a sustentabilidade, procurando explorar o máximo da área, além de diminuir os impactos sobre as propriedades do solo. O presente trabalho tem por objetivo estudar os atributos físicos e químicos de um Latossolo Vermelho em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta que está sendo conduzido desde o ano de 2012, bem como a produção de capim marandu. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e composto por quatro tratamentos: T1 - integração lavoura-pecuária, sem o componente arbóreo (ILP); T2 - sistema agrossilvipastoril, com sombreamento de 1 linha de eucalipto, com densidade de 196 árvores/ha (ILPF 1L); T3 - sistema agrossilvipastoril, com sombreamento de 3 linhas de eucalipto, com densidade de 448 árvores/ha (ILPF 3L); e T4 plantio exclusivo de eucalipto (bosque). A presente pesquisa consta de avaliações realizadas durante o período de junho de 2017 a maio de 2018 em solo classificado como Latossolo Vermelho. Avaliou-se a estabilidade de agregados, porosidade do solo, infiltração de água, resistência mecânica a penetração, umidade do solo e a produção de massa seca de forragem. As coletas de amostras de solo foram retiradas em três camadas do solo, sendo de 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20m de profundidade. Os resultados mostram que houve diferença significativa para a macroporosidade e resistência a penetração, sendo que o tratamento T4 apresentou maior e menor valor, respectivamente. A maior produção de forragem foi observada no tratamento T1 onde não havia efeito de sombreamento. A maior produção de massa seca de capim foi obtida em janeiro, uma vez que nessa época do ano, a região em estudo é caracterizada por possuir maior índice pluviométrico e temperaturas

elevadas, o que facilita o desenvolvimento de gramíneas forrageiras tropicais.

Termos de indexação: consórcio de culturas, sustentabilidade, matéria orgânica, qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo causada pelo pisoteio animal tem sido apontada como uma das principais causas da degradação de áreas cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária (ALBUQUERQUE, SANGOI e ENDER, 2001). A compactação do solo tem por característica principal reduzir a porosidade do solo, principalmente a macroporosidade, com isso a densidade e a resistência mecânica a penetração também aumentam, o que pode prejudicar o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, proporcionando redução em produtividade. Macedo (2009) relatou que os sistemas integrados aumentam a estabilidade dos agregados e a taxa de infiltração de água e diminuem a densidade do solo e a compactação.

Os agregados são fatores de grande importância para a conservação do solo por conferirem maior resistência ao processo erosivo, proteção à matéria orgânica e, conseqüentemente, à população microbiana (FERREIRA TAVARES FILHO e FERREIRA, 2010). Spera et. al (2010) alegam que a matéria orgânica auxilia na melhoria da qualidade física do solo, a atividade de microrganismos contribui para o aumento da taxa de infiltração, redução da erosão, estabelecem também efeitos positivos sobre a estabilidade de agregados, porosidade e densidade do solo.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi estudar os atributos físicos e químicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, bem como a produção de capim marandu em um Latossolo Vermelho.



MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área experimental no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste, sediado no município de Andradina-SP, localizado na região noroeste do Estado de São Paulo a 379 metros de altitude, latitude 20°55'S e longitude 51°23'W. O clima, segundo a classificação Köpen é tropical quente e úmido com inverno seco. A precipitação média anual é de 1.150 mm e a temperatura média anual é de 23°C. O solo em estudo é um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (Santos et al., 2018).

A área experimental possui uma área de 27 ha. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Sendo os tratamentos: T1 – integração lavoura-pecuária, sem o componente arbóreo (ILP); T2 – sistema agrossilvipastoril, com sombreamento de 1 linha de eucalipto, sendo a distancia entre cada linha 17 a 21 m e a distancia entre plantas de 2m, com densidade de 200 arvores/ha (ILPF 1L); T3 - sistema agrossilvipastoril, com sombreamento de 3 linhas de eucalipto, sendo a distancia entre as faixas de eucalipto de 17 a 21 m e a distancia entre plantas de 2m, com densidade de 500 arvores/ha (ILPF 3L); T4 plantio exclusivo de eucalipto (bosque).

Foram realizadas coletas de amostras deformadas de solo para a análise física e química, de anéis volumétricos (amostras indeformadas) para avaliação da densidade do solo e porosidade do solo. Assim foram coletadas amostras nas seguintes camadas: 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. Para determinar a resistência mecânica a penetração foi utilizado o penetrológ, modelo Falker, automação agrícola. A determinação da umidade gravimétrica do solo foi realizada pelo método clássico de pesagem (TEIXEIRA et al., 2017). Em laboratório foi realizado as análises de estabilidade de agregados; distribuição e estabilidade de agregados em água; diâmetro médio ponderado dos agregados foi determinado pelo método de Angers & Mehuys (2000). Foi avaliada no momento da realização da resistência do solo à penetração e umidade gravimétrica do solo pelo método clássico de pesagem. As análises químicas do solo foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por RAIJ & QUAGGIO (1983) e foram avaliados os teores de fósforo, potássio, magnésio e cálcio pelo método de extração com resina trocadora de íons. O teor de matéria orgânica foi determinado pelo método colorimétrico e o pH, em

cloreto de cálcio, além da acidez potencial (hidrogênio + alumínio) a pH 7,0. Foram calculadas as somas de bases (SB = Ca + Mg + K), capacidade de troca catiônica (CTC = SB + (H + AL)) e saturação por bases (V% = (100 x SB) / CTC). A massa de forragem foi mensurada por meio do uso de um quadrado de ferro com 0,5 m² (retângulo de 1,0 x 0,5 m), foram retiradas quinze amostras por unidade experimental. Os quadros foram posicionados em pontos representativos de cada parcela e a forragem contida no interior do quadro foi cortada rente ao solo e foi obtido o peso de massa verde de forragem. Foram retiradas uma alíquota de forragem, para a determinação da matéria seca, as quais foram pesadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. Os valores de matéria seca no campo foram convertidos para tonelada de matéria seca de forragem por hectare.

Os dados foram analisados efetuando-se a análise de variância, teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade para a comparação de médias. Foi usado o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para Diâmetro Médio Ponderado (DMP), matéria orgânica (MO), resistência a penetração (RP) e macroporosidade (Ma) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de diâmetro médio ponderado, matéria orgânica, macroporosidade e resistência a penetração nas camadas de solo estudadas, Andradina, SP.2017.

Tratamentos	DMP	MO	Ma	RP
0-0,05m				
ILP	3,79a	17,83a	5,63b	0,38a
ILPF 1L	3,45a	20,04a	9,05a	0,33a
ILPF 3L	3,93a	20,83a	7,16ab	0,32a
Bosque	3,62a	18,55a	8,85a	0,33a
CV (%)	23,78	16,35	45,92	32,36
F trat	1,35 ^{n.s.}	4,35 ^{n.s.}	4,98*	0,095 ^{n.s.}
0,05-0,10m				
ILP	3,75a	19,79a	5,96b	1,83a
ILPF 1L	3,75a	20,83a	8,11ab	1,93a
ILPF 3L	3,42a	20,91a	6,51b	2,07a
Bosque	3,56a	21,11a	9,75a	1,45a
CV (%)	19,04	22,16	45,00	31,27
F trat	0,32 ^{n.s.}	0,38 ^{n.s.}	6,00*	1,63 ^{n.s.}
0,10-0,20m				
ILP	3,49a	19,29a	5,16b	0,95a
ILPF 1L	3,38a	20,04a	8,13a	0,60b
ILPF 3L	3,12a	19,50a	6,83ab	1,21a



Bosque	3,17a	19,44a	8,72a	0,32b	sombreamento nesse tratamento. Em pesquisa realizada por Reis et al. (2013), avaliando a produção de capim Marandu sob diferentes percentuais de sombreamento concluíram que a produção de capim responde negativamente ao sombreamento assim como a qualidade e a quantidade de proteína na pastagem.
CV (%)	21,37	27,69	42,95	49,98	
F trat	1,44 ^{n.s.}	0,08 ^{n.s.}	6,21*	3,78*	

ILP: Integração lavoura-pecuária sem componente arbóreo

ILPF 1: Integração lavoura-pecuária-floresta com 1 linha de eucalipto

ILPF 3L: Integração lavoura-pecuária-floresta com 3 linhas de eucalipto

Bosque: plantio exclusivo de eucalipto

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. *significativo e NS – não significativo

Houve diferenças significativas na camada 0-0,05m apenas para macroporosidade (Tabela 1). Os tratamentos que apresentaram maior valor para esse atributo foram T2 e T4 na camada citada. O mesmo atributo apresentou diferenças entre os tratamentos destacando os maiores valores no pasto e no ILPF 1L.

Na camada 0,10-0,20m houve diferenças entre tratamentos para macroporosidade e resistência a penetração (Tabela 1). Para macroporosidade os maiores valores encontrados foram no tratamento bosque e no ILPF 1L. Para resistência a penetração o maior valor encontrado foi no ILPF 3L seguido pelo pasto. Em pesquisa desenvolvida por Pergher et al. (2011) avaliando a densidade, porosidade total, macro e microporosidade dos tratamentos ILP, ILPF e campo nativo, observaram que o ILP apresentou maiores valores de densidade, o que aumenta a resistência a penetração.

Observa-se que em todas as camadas estudadas na presente pesquisa, o T1 apresenta os menores valores para macroporosidade (Tabela 1). Isso pode ocorrer pois nesse tratamento há pastejo intensivo, podendo favorecer a redução da macroporosidade, uma vez que esta relaciona-se com o pisoteio animal. Spera et al. (2010) constataram que após anos de intervenção antrópica houve redução da macroporosidade de solos com sistema de produção de grãos integrados com pastagens anuais.

Na camada 0,05-0,10m e 0,10-0,20 é possível perceber que os tratamentos que possuem maiores valores de macroporosidade possuem os menores índices de resistência a penetração, podendo esses dois atributos estarem interligados (Tabela 1). Tormena et al. (2002) avaliando atributos físicos de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo do solo, afirmaram que em sistema plantio direto houve maior resistência o que é resultado de uma maior compactação, maior densidade e menor volume de macroporos.

Na Tabela 2 os tratamentos mostraram diferenças estatísticas para produção de forragem, sendo a maior produção verificada no tratamento ILP. Tal fato pode ter ocorrido devido ao menor nível de

As épocas de corte também apresentaram diferenças estatísticas, sendo que em janeiro foram obtidos os maiores valores para produção de forragem (Tabela 2). Tal fato se deve principalmente devido à fatores climáticos favoráveis, uma vez que neste mês ocorre maior quantidade de chuvas e altas temperaturas, o que favorece o crescimento de capins tropicais.

Na Tabela 3 está apresentada a interação significativa entre os fatores tratamento x época de corte, onde a maior produção de capim foi observada no tratamento ILP no mês de janeiro, fato esse que pode ser explicado com base na Figura 1, que mostra maiores índices pluviométricos no mês de janeiro quando comparado aos demais meses e também temperaturas mais elevadas, favorecendo o crescimento do capim Marandu.

Tabela 2. Valores médios da interação dos fatores tratamento x épocas de corte para a massa seca do capim marandu, teste F e CV (%). Andradina, SP. 2017.

TRATAMENTO (T)	Massa seca (kg ha ⁻¹)
	2017
ILP	6354,58 a
ILPF1L	4065,33 b
ILPF3L	4003,39 b
EPOCAS (E)	
Janeiro	6020,41 a
Abril	5487,70 a
Julho	4536,33 b
Outubro	3186,64 c
F(T)	40,07*
F(E)	52,57*
F(T X E)	2,57*
CV1(%)	17,21
CV2(%)	12,35

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5 % de probabilidade. *significativo e NS – não significativo.

CONCLUSÕES

A macroporosidade foi maior no tratamento bosque (camada 0,05-0,10m e 0,10-0,20m) e a resistência a penetração foi menor no mesmo tratamento na camada mais profunda. A maior produção de forragem foi observada no tratamento T1 onde não havia efeito de sombreamento. A maior



produção de massa seca de capim foi obtida em janeiro, uma vez que nessa época do ano, a região em estudo é caracterizada por possuir maior índice pluviométrico e temperaturas elevadas, o que facilita o desenvolvimento de gramíneas forrageiras tropicais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a FAPESP pelo apoio financeiro (PROC FAPESP 15/21525-0) e a concessão de bolsa de iniciação científica (PROC FAPESP 17/08818-3) e a APTA por ceder a área para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeito da integração lavoura pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p.717-723, 2001.
- ANGERS, D.A.; MEHUYS, G.R. Aggregate stability to water. In: CARTER, M.R. Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. P.529-539. 2000.
- FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. *Revista Semina: Ciências Agrônomicas*, v. 31, p. 913-932, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 35: 1039-1042, 2011.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: O estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.133-146, 2009.
- PERGHER, M.; PIVA, J. T.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; DIECKOW, J. PONTES, L.S. Atributos físicos de solo manejado em sistemas integrados de produção. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO, 2., 2011, Curitiba. Resumos. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; Sociedade Paranaense de Ciência do Solo, 2011, p. 50.
- RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).
- REIS, G. L.; LANA, A. M. Q.; EMERENCIANO NETO, J. V.; LEMOS FILHO, J. P.; BORGES, I.; LONGO, R. M. Produção e composição bromatológica do capim-marandu sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. *Revista Bioscience Journal*, v. 29, n. 5, 2013.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema de Classificação de solos. 5. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2018.
- SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOOM, G. O. Atributos físicos de um Hapludox em função de sistemas de produção integração lavoura-pecuária (ILP), sob plantio direto. *Revista Acta Scientiarum Agronomy*, v. 32, n. 1, 2010.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2017. 573 p.
- TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S.; GONÇALVES, A. C. A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Revista Scientia Agricola*, v. 59, n. 4, p. 795-801, 2002.

Tabela 3. Valores médios das interações dos fatores tratamento x épocas de corte para a massa seca do capim marandu, Andradina, SP. 2017.

Trat/época	Janeiro	Abril	Julho	Outubro
ILP	8165,98 aA	6006,97 aB	7175,99 aA	4069,39 aC
ILPF1L	5167,85 bA	3783,56 bBC	4524,15 bAB	2785,77 bC
ILPF3L	4727,41 bA	3818,44 bAB	4762,96 bAB	2704,74 b

Legenda: ILP (Integração lavoura-pecuária) e ILPF (Integração lavoura-pecuária-floresta) com 1 linha e 3 linhas de eucalipto.

Médias seguidas de Letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5 %.

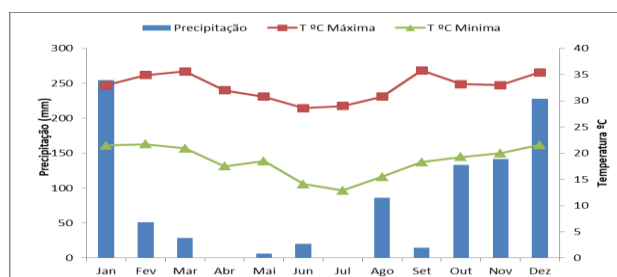


Figura 1. Valores mensais de precipitação (mm), temperaturas máxima e mínima (°C) para o período de janeiro a dezembro de 2017. Andradina – SP. 2017.