

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM DE BRACHIARIA
BRIZANTHA (Syn. *Urochloa brizantha*) CV PIATÃ E ATRIBUTOS
DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO**

Lenise Castilho Monteiro

AQUIDAUANA-MS
AGOSTO/2021
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DISPONIBILIDADE DE FORRAGEM DE BRACHIARIA
BRIZANTHA (Syn. *Urochloa brizantha*) CV PIATÃ E ATRIBUTOS
DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO**

Acadêmica: Lenise Castilho Monteiro
Orientador: Júlio César Salton

“Trabalho apresentado ao programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)”.

AQUIDAUANA-MS
AGOSTO/2021

M778d Monteiro, Lenise Castilho

Disponibilidade de forragem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv Piatã e atributos do solo em sistema integrado / Lenise Castilho Monteiro. – Aquidauana, MS: UEMS, 2021. 64 p.

Tese (Doutorado) – Agronomia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2021.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Cesar Salton

1. *Brachiaria brizantha* 2. Sistemas Integrados 3. Matéria Orgânica
4. Estabilidade de Agregados I. Salton, Júlio Cesar II. Título

CDD 23. ed. – 633.202

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

LENISE CASTILHO MONTEIRO

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Agronomia.

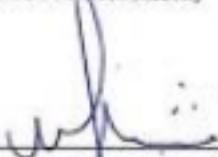
TESE APROVADA EM 30/08/2021



Dr. Júlio Cesar Salton (Orientador)



Dr. Ademir Hugó Zimmer, Embrapa
(via videoconferência)



Dr. Marcos Antonio Camacho da Silva, UEMS
(via videoconferência)



Dr. Francisco Eduardo Torres, UEMS
(via videoconferência)



Dr. Tiago Lima do Espírito Santo, Unicampo
(via videoconferência)

EPÍGRAFE

*Você não sabe o quanto eu caminhei
Pra chegar até aqui
Percorri milhas e milhas antes de dormir
Eu nem cochilei
Os mais belos montes escalei
Nas noites escuras de frio chorei [...]*

*A vida ensina e o tempo traz o tom
Pra nascer uma canção
Com a fé do dia a dia encontro a solução
Encontro a solução [...]*

Meu caminho só meu Pai pode mudar.

“A estrada” - Cidade Negra;

Composição: Da Gama.

À toda minha família, pelo suporte e torcida.

Em especial aos meus pais, Silvio Alcantara Monteiro e Nilce Luzia Castilho Monteiro, por me levantarem nos momentos difíceis e me puxarem sempre pela mão nos momentos de cansaço.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e à Nossa Senhora do Perpetuo Socorro que me deram saúde, ânimo e força.

Aos meus pais por todo suporte e amor que foram essenciais nesse momento. Às minhas irmãs que sempre estiveram presentes nos momentos de descontração.

Ao meu orientador, Prof. Dr Júlio Cesar Salton por toda a paciência e compreensão.

Aos meus tutores na Argentina, Prof. Dr. Juan Lopes Galantini e Prof. Dr. Eduardo de Sá Pereira.

À UEMS (Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul) pela oportunidade de cursar o Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela bolsa de estudo e incentivo a pesquisa.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Agronomia, em especial aos professores e amigos Francisco Eduardo Torres, Elói Panachuki e Marcos Camacho pelo apoio, respeito, carinho e pela contribuição para minha formação.

Aos companheiros e amigos do Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água pela ajuda no decorrer deste trabalho.

A toda equipe da EMBRAPA Agropecuária Oeste que de qualquer forma me ajudaram na conclusão da tese. Em especial Ilson Soares, Klerisson Duro, Nathalia Ottoboni, Mario Kozima, Mauro Kruker, Laelcio Shimura e Altair Borges.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de Doutorado Sanduíche.

À UNS (Universidad Nacional del Sur) pela oportunidade de realizar o estágio de Doutorado Sanduíche.

Aos amigos que encontrei nessa caminhada, que tanto me apoiaram e sem os quais não chegaria até aqui: Thays Torquato, Karina Falcão, Anne Caroline Rocha, Josi Ribeiro, Felipe Neves e Tiago Espírito Santo.

viii

RESUMO

O solo é um sistema dinâmico que tem como uma de suas funções ser meio de crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo fundamental a manutenção do equilíbrio entre produtividade e sustentabilidade. Por isso é necessário o uso de ferramentas para quantificar e identificar as práticas de manejo adotadas. O desenvolvimento de sistemas integrados de produção visa proporcionar condições para a proporcionar tal equilíbrio. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do sombreamento de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) em pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã sobre características morfológicas e químicas da forrageira e verificar o efeito de sistemas de manejo na agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média, após cinco anos e implantação em uma área anteriormente ocupada por pastagem em degradação. Utilizou-se área com sistemas de produção conduzidos na Unidade de Referência Tecnológica (URT) da Embrapa, localizada na Fazenda Copasul em Naviraí/MS, onde utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado para realizar dois estudos. No primeiro trabalho, foram avaliados produção de massa seca, relação folha/colmo e relação carbono/nitrogênio da *B. brizantha*, conduzida sob sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com orientação do componente florestal no sentido Norte-Sul, com 6 épocas (de outubro de 2018 a julho de 2019) e 3 posições entre os renques (Oeste, Centro e Leste). No segundo, foram determinados a estabilidade dos agregados via seco e úmida na camada 0-10 cm e teor de Carbono Orgânico Total (COT), nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Durante o inverno, não foram encontradas diferenças significativas na disponibilidade de forragem nos pontos entre renques. A partir dos resultados obtidos, tem-se que o arranjo de árvores no sentido Norte Sul é promissor para condução de pastagem de capim Piatã entre renques espaçados em 30 metros. No segundo trabalho foi verificado que sistema de manejo interferiu na agregação do solo na camada 0 a 10 cm. E o sistema ILPF forneceu mais carbono orgânico ao solo em comparação ao ILP. Os sistemas ILPF e ILP incrementaram carbono orgânico no estrato subsuperficial do solo quando em comparação à pastagem degradada, porém são necessários mais anos de estudo para melhor observação dos resultados.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, Sistemas Integrados, Matéria Orgânica,

ABSTRACT

The soil is a dynamic system that has as one of its functions to be a means of plant growth and development, and it is essential to maintain the balance between productivity and sustainability, so it is necessary to use tools to quantify and identify the management practices adopted. The development of integrated production systems aims to provide conditions to provide such a balance. Thus, the aim of the present work was to evaluate the effect of eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) shading on *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã on some forage characteristics and to verify the effect of management systems on the aggregation of a typical Dystrophic Red Latosol with medium texture, after five years and implantation in an area previously occupied by degrading pasture. An area with production systems conducted at the Technological Reference Unit (URT) of Embrapa, located at Copasul Farm in Naviraí/MS, was used, where a completely randomized design was used to carry out two studies. In the first work, the following were evaluated: dry mass production, leaf/stem ratio and carbon/nitrogen ratio of *B. brizantha*, conducted under a crop-livestock-forest integration system, with a North-South orientation of the forest component, with 6 seasons and 3 positions between the ranks (West, Center and East). In the second, the stability of the aggregates via dry and wet in the 0-10 cm layer and Total Organic Carbon (TOC) in the 0-10 and 10-20 cm layers were determined. Data were submitted to Tukey test at 5% probability. During winter, no significant differences were found in forage availability at points between rows. From the results obtained, it appears that the arrangement of trees in the North-South direction is promising for conducting Piatã grass pasture between rows spaced at 30 meters. In the second work, it was verified that the management system interfered with soil aggregation in the 0 to 10 cm layer. And the ILPF system provided more organic carbon to the soil compared to the ILP. The ILPF and ILP systems increased organic carbon in the subsurface soil layer when compared to degraded pasture, but more years of study are needed to better observe the results.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, Integrated Systems, Organic Matter, Aggregate Stability, shading.

x

ix

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1 1.1
Qualidade do solo.....	1
1.1.1 Atributos Físicos	1 1.1.2
Atributos Químicos.....	2 1.1.3

Atributos Biológicos.....	3 1.2
Matéria Orgânica do Solo (MOS).....	4
1.2.1 Biomassa Microbiana (BMS)	4 1.2.2
Respiração Basal.....	5 1.3
Estabilidade dos Agregados	6
1.4. Sistemas Integrados	7
1.5 Sombreamento.....	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	10
CAPÍTULO 2- EFEITO DO SOMBREAMENTO DE EUCALIPTO SOBRE	
BRACHIARIA BRIZANTHA (Syn. <i>Urochloa brizantha</i>) CV. PIATÃ EM SISTEMA	
INTEGRADO DE PRODUÇÃO (ILPF).....	16
RESUMO.....	16
ABSTRACT.....	17
1. INTRODUÇÃO.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4. CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS.....	29
CAPÍTULO 3- AGREGAÇÃO E TEOR DE CARBONO ORGANICO TOTAL	
EM UM LATOSSOLO VERMELHO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO	
APÓS CINCO ANOS DE IMPLANTAÇÃO.	
RESUMO.....	33
ABSTRACT.....	34
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4. CONCLUSÕES	49
REFERÊNCIAS.....	49

x

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Tabela 1. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF durante os anos 2014 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS..... 20
- Tabela 2.** Tabela 2. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.....
- 20 Tabela 3.** Disponibilidade de massa seca de folhas (MS FOLHA), massa seca de colmos (MS COLMOS), massa seca de material morto (MS MORTO), massa seca de total (MS TOTAL), relação folha-colmo (F:C) e porcentagem de folhas (%FOLHA) de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte sul. Naviraí, MS.

.....	25	Tabela 4.
Valores médios da relação carbono: nitrogênio em folhas (FOLHA C/N) e no material morto (MORTO C/N) de <i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Uroclhoa brizantha</i>) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte-sul. Naviraí, MS.	27	Tabela 5.
Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF, ILP, floresta de eucaliptos, pastagem permanente, soja em plantio direto, soja em plantio convencional e pastagem referência, durante os anos 2013 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.....	39	Tabela 6.
Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí MS.....	40	Tabela 7.
Distribuição relativa da massa de um Latossolo de Naviraí, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água da camada 0-20 cm submetido a sistemas de manejo durante 5 anos.	43	Tabela 8.
Diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade de agregados (IEA) de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.....	45	Tabela 9.
Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.....	47	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos de amostragem (repetições) de <i>Brachiaria brizantha</i> (Syn. <i>Uroclhoa brizantha</i>) cv. Piatã, entre renques de árvores de Eucalipto na URT- em Naviraí, MS.	21
Figura 2. Coleta de 1m ² de pastagem de <i>B. brizantha</i> (Syn. <i>U. brizantha</i>) cv Piatã (A); amostra coletada (B); separação morfológica <i>B. brizantha</i> (Syn. <i>U. brizantha</i>) cv Piatã (C).....	22
Figura 3. Precipitação pluvial, temperaturas máxima e mínimas registradas na Estação meteorológica do Inmet em Juti, MS entre junho de 2017 a setembro de 2019.	23
Figura 4. Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média incidente nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa	

Agropecuária Oeste no verão e inverno 2018/2019, Naviraí-MS.....	23
Figura 5. Precipitação mensal acumulada, temperatura máxima e temperatura mínima da região onde está localizada a Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, entre dezembro de 2013 a agosto de 2019, Juti-MS.	
Figura 6. Croqui da área experimental implantada em 2014 da URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS. ILPF A (1); EUCALIPTO (2); ILPF B (3); PP-pastagem permanente (4); ILP A (5a); ILP B (5b); SOJA CV- convencional (8a); SOJA PD - plantio direto (8b); Referência (9).....	37
Figura 7. Coleta de monólito de solo (A); dimensões da amostra coletada (B); amostra coletada (C).	40
Figura 8. Índice de estratificação de carbono (IEC) de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS. Pastagem permanente (PP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja em cultivo convencional (SOJA CV), Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), Integração Lavoura Pecuária (ILP), pastagem referência (REF). ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.....	49

1 CAPÍTULO 1- CONSIDERAÇÕES GERAIS

2

3

4 1.1 Qualidade do solo

5 O solo é um sistema natural ativo e dinâmico que tem entre suas funções, servir 6 como meio de crescimento das plantas, compartimentalizar o fluxo de água no ambiente 7 e promover a ciclagem de nutrientes (TÓTOLA & CHAER, 2002; CARVALHO, 2008; 8 KAZMIERCZAK, 2018). Seu manejo cria condições ideais para o crescimento e 9 desenvolvimento das culturas. Em uma estrutura adequada do solo, há um bom fluxo de 10 água, resistência à erosão e ao tráfego de maquinários (TÓTOLA & CHAER, 2002; 11 LISBOA *et al.*, 2012; SALTON & TOMAZI, 2014; SILVA *et al.*, 2016). 12 O conceito de qualidade do solo evoluiu muito nos últimos anos. Na década de 13 70, era relacionado quanto a fertilidade, um solo rico quimicamente, apresentava alta 14 qualidade, logo e por conseguinte uma elevada produção agrícola. Ou seja, a qualidade 15 restringia-se apenas à aspectos químicos. Contudo, nos últimos anos, ser altamente fértil 16 (quimicamente) não é suficiente, mas também deve apresentar outras características como 17 boa estrutura e alta diversidade de microrganismo (ZILLI *et al.*, 2003). 18 Deste modo, um solo de qualidade tem que apresentar a capacidade de manter o 19 equilíbrio da produtividade, do ecossistema e da sustentabilidade do sistema de produção, 20 monitorando alguns parâmetros que variam de acordo com os fatores externos 21 (ARAGÃO *et al.*, 2012; KAZMIERCZAK, 2018; NANZER *et al.*, 2019). O índice de 22 qualidade, é uma ferramenta que quantifica esses fatores e identifica as práticas de manejo 23 adequada (TÓTOLA & CHAER, 2002).

24 Os indicadores devem responder ao manejo de forma a se correlacionar om as 25 funções do solo e de fácil e barata mensuração. Um bom indicador está diretamente ligado 26 a uma

boa produtividade e sustentabilidade do sistema (MOREIRA, 2014). Podem ser 27
classificados em três grupos: atributos físicos, químicos e biológicos (CARVALHO, 28 2008).

29

30 1.1.1 Atributos Físicos

31 São considerados indicadores eficientes das condições da qualidade do solo (QS) 32 e
determina as diferenças entre áreas com diferentes manejos (ASSIS *et al.*, 2015; SIMON 33 *et*
al., 2019). Solos com boa qualidade, devem apresentar características físicas como fácil 34
infiltração, retenção e disponibilidade de água, boa resposta ao manejo e resistência à

2

1 degradação além de favorecer a troca de calor e de gases entre a atmosfera e as raízes das 2
plantas, permitindo um bom desenvolvimento radicular (KAZMIERCZAK, 2018; 3
CARDOSO, 2014; SIMON *et al.*, 2019);

4 Dentre os atributos mais utilizados, pode-se citar a resistência a penetração 5 mecânica
medidas à campo, e densidade e a porosidade do solo, variáveis que possuem 6 associação
direta com a produtividade das culturas (SILVA *et al.*, 2016). 7 A qualidade física, pode variar
conforme o clima, solo e o manejo, podendo em 8 situações extremas, ocasionar redução da
capacidade produtiva (CARVALHO, 2008). 9 Entre as práticas de manejo recomendadas
para melhorar a QS está o uso de sistemas

10 integrados de produção como o lavoura-pecuária (ILP) cuja presença das forrageiras 11
torna-se um dos principais fatores de melhoria, pois suas raízes são abundantes, 12 permitindo
melhor porosidade e maior taxa de infiltração de água. Na senescência, os 13 sistemas
radiculares formam poros que contribuem para a estabilização dos agregados 14 solo,
diminuindo a compactação do solo e a resistência na penetração (MOREIRA, 2014). 15

16 1.1.2 Atributos Químicos

17 A composição e estado dos elementos químicos presentes no solo estão 18 relacionados
com a capacidade do solo de fornecer nutrientes, reter elementos químicos 19 ou compostos
prejudiciais ao meio ambiente e com o rendimento das culturas, o manejo 20 destes elementos
permite a melhora nas condições químicas do solo, ou podem acelerar 21 o processo de
degradação (KAZMIERCZAK, 2018; CARDOSO, 2014).

22 Para manter ou melhorar a fertilidade do solo, requer conhecimento técnico, que 23 aliados
às práticas de conservação do solo, podem alterar as propriedades físico-químicas 24 (MELO
et al., 2019). Dentre as propriedades mais influenciadas pelo tipo de manejo são 25 pH, soma
de bases (SB), saturação por bases (V%), capacidade troca catiônica (CTC), 26 condutividade
elétrica do solo (CE), saturação por alumínio (m%), acidez ativa e trocável 27 (Al³⁺), teores
de macro e micronutrientes e os estoques de matéria orgânica do solo 28 (MOS) (CARDOSO,

2014; MELO *et al.*, 2019).

Dentre os atributos químicos, a acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$), está relacionada diretamente com o equilíbrio da acidez do solo, por conseguinte, na sua capacidade produtiva (PRADO, 2018). O pH e o carbono orgânico indicam os processos do solo ou de comportamento. A concentração de H^+ , controla a solubilidade de nutrientes no solo e atua sobre a absorção do mesmo pela planta (KAZMIERCZAK, 2018).

3

1 O carbono do solo pode ser encontrado tanto na forma orgânica quanto na 2 inorgânica. O Carbono Orgânico do Solo (COS) influencia direta ou indiretamente nas 3 propriedades físicas, de modo que a sua diminuição está relacionada com a degradação 4 física do solo (VIANA *et al.*, 2011). O COS compõe a matéria orgânica do solo, e sua 5 variação pode ser utilizada para avaliação da qualidade do mesmo, pois tem influência 6 sobre atributos físicos, químicos e biológicos (SATO, 2013).

7 Em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Lavoura-Pecuária-Floresta 8 (ILPF), com a alternância de pastagens e culturas anuais, há estímulos à maior eficiência 9 dos atributos químicos do solo, pois contribuem na ciclagem de nutrientes, que são 10 disponibilizados na forma mineral, processo acelerado pela presença de animais 11 (MOREIRA, 2014).

12 Para a avaliação da qualidade e sustentabilidade do solo pode-se utilizar 13 características químicas, como teor de nutrientes, acidez, saturação por bases, saturação 14 por alumínio, teor de micronutrientes, matéria orgânica, atributos biológicos, de estoque 15 e estabilização de C (MOREIRA, 2014).

16

17 1.1.3 Atributos Biológicos

18 Um bom indicador biológico apresenta características como a capacidade de 19 responder rapidamente as alterações no ambiente, isso reflete a influência dos fatores que 20 regulam degradação da matéria orgânica e transformação dos nutrientes, ou seja, solos de 21 alta qualidade contém uma quantidade balanceada de populações microbianas e intensa 22 atividade biológica (TÓTOLA & CHAER, 2002; ZILLI *et al.*, 2003).

23 As partículas do solo interagem com os organismos ali presentes, que são 24 responsáveis por processos biológicos e bioquímicos (MARCHIORI JÚNIOR & MELO, 25 1999). Os indicadores microbianos são responsáveis por processos como decomposição 26 de resíduos, ciclagem de nutrientes, síntese de substâncias húmicas, agregação e 27 degradação de compostos xenobióticos (LISBOA *et al.*, 2012). Além de ser um 28 reservatório de nutrientes,

atuam na decomposição de resíduos e na ciclagem de 29 nutrientes (FONSECA *et al.*, 2007).

30 A atividade enzimática tem papel importante no ciclo dos elementos no solo 31 quanto aos atributos biológicos e podem fornecer subsídios para o melhor uso da terra 32 (SILVA *et al.*, 2012).

4

1 1.2 Matéria Orgânica do Solo (MOS)

2 A fase sólida do solo é composta por parte mineral e a orgânica, representada 3 pela MOS, que têm em sua composição C orgânico, que se origina da fotossíntese, 4 realizada por organismos autotróficos. Estão relacionados com o aporte de resíduos 5 oriundos da parte aérea e de raízes de plantas, da exsudação radicular e pela transformação 6 desses resíduos pelos microrganismos no solo (SOUZA *et al.*, 2018).

7 A MOS é um indicador relevante, pois apresenta relação com os demais atributos 8 de qualidade do solo. Atua na ciclagem de nutrientes, aumento da CTC, na melhoria das 9 condições físicas, retenção de água, controle térmico e sobre as variações do ciclo de 10 carbono mantendo a capacidade produtiva dos solos. Além disso, sua perda afeta o 11 equilíbrio do sistema e por conseguinte a degradação do solo (TADINI *et al.*, 2019; 12 XAVIER *et al.*, 2006; ROSCOE *et al.*, 2006).

13 A MO age na agregação do solo, combinando partículas de micro e 14 macroagregados e na sua fragmentação, pela ação de raízes e microrganismos, 15 proporcionando um ambiente que proporciona interações físicas, químicas e biológicas. 16 Com o aumento desta biota, ocorre o surgimento ou ampliação de propriedades 17 emergentes, tais como a agregação, a aeração, a densidade, a infiltração e a retenção de 18 água (SOUZA *et al.*, 2018).

19 Com a estabilização da matéria orgânica, inicia-se o processo de humificação, 20 podendo ocorrer a adição de compostos como lignina, compostos fenólicos e alifáticos, 21 podendo incorporar fragmentos moleculares provenientes da matéria orgânica mais lábil, 22 isto é, derivados de plantas e/ou compostos não-húmicos originados pela ação recente de 23 microrganismos, degradados conforme o aumento da profundidade tornando-se estruturas 24 mais conjugadas e de difícil decomposição (TADINI *et al.*, 2019).

25

26 1.2.1 Biomassa Microbiana (BMS)

27 A biomassa microbiana é a fração viva da matéria orgânica do solo, composta 28 por todos os organismos como fungos, bactérias, actinomicetos, leveduras e outros 29 componentes da microfauna. É um bom indicador de qualidade do solo, sensível às 30 mudanças iniciais no conteúdo da matéria orgânica causadas pelas práticas de cultivo. 31 Interferem diretamente nos processos biológicos e bioquímicos do solo, na produtividade 32 agrícola e,

consequentemente, na sustentabilidade dos sistemas.(LISBOA *et al.*, 2012; 33 MERCANTE *et al.*, 2008). Também é responsável pela transformação da matéria 34 orgânica, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia no solo (MARCHIORI

5

1 JÚNIOR & MELO, 1999; GIL *et al.*, 2019; TÓTOLA & CHAER, 2002). Pode causar a 2 mineralização ou imobilização nutrientes como N e P que poderão ser utilizados pelas 3 plantas (SOUZA *et al.*, 2018).

4 Em sistemas que se utilizam culturas perenes e anuais, ocorre a redução do 5 carbono da BMS, em relação a vegetação nativa. Nas práticas que se utilizam cobertura 6 viva, há maior influência nas propriedades microbiológicas do solo aumentando o 7 carbono e a atividade enzimática (MATSUOKA *et al.*, 2003). A palhada de espécies 8 como feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes*), aveia (*Avena sativa*), lab lab (*Lablab 9 purpureus*) e *Crotalaria juncea* apresenta incremento no carbono da biomassa microbiana 10 (CARNEIRO *et al.*, 2008).

11 Conforme MERCANTE *et al.*, (2004) ao comparar diferentes sistemas de 12 produção, verificou que o sistema ILP proporcionou maior BMS, seguido pelos sistemas 13 sob pastagem contínua, sistema plantio direto e sistema convencional, respectivamente. 14 Os métodos de avaliação da biomassa microbiana do solo são bastante variados, 15 porém permitem a avaliação do *pool* de carbono e, também, de outros nutrientes contidos 16 nos microrganismos e pode ser medida por meio da respiração basal, o quociente 17 microbiano (qMIC), e o quociente metabólico (qCO₂) (MACHADO, 2018; ZILLI *et al.*, 18 2003).

19 O Quociente Microbiano, indica a quanto de Carbono Orgânico Total (COT), foi 20 imobilizado na biomassa microbiana, enquanto o Quociente Metabólico, é a razão entre 21 o CO₂ e o pool de carbono da BM, indicando o estado metabólico dos microrganismos e 22 pode ser utilizado como indicador de estresse/perturbação ou estabilidade do ecossistema. 23 Por meio dessa abordagem, tem sido demonstrado que a BMS responde de maneira 24 diferenciada aos manejos agrícolas adotados em cada agroecossistema (ZILLI *et al.*, 25 2003; GIL *et al.*, 2019).

26 1.2.2 Respiração Basal

27 A respiração microbiana tem sido utilizada para avaliar a atividade biológica em 28 sistemas agrícolas diversos. De acordo com Tótola & Chaer (2002), é considerado um 29 indicador sensível da decomposição de resíduos e de distúrbios no ecossistema, devido à 30 menor concentração atmosférica do dióxido de carbono em relação ao oxigênio 31 atmosférico, permitindo assim avaliar pequenas alterações de maneira precisa, e pode ser 32

1 temperatura e umidade. Consiste na absorção de oxigênio e liberação de dióxido de 2
carbono de microrganismos, ocorrendo a ciclagem de nutrientes, fluxo de energia e 3
degradação do material orgânico, que se dá pela redução de oxigênio até a obtenção de 4
CO₂, é determinada pelo consumo de oxigênio ou pela emissão de CO₂, e tem como 5
resultado a estocagem de nutrientes e minerais e liberação de CO₂ para a atmosfera 6
(ANDERSON, 1982; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006; JENKINSON & LADD, 1981).

7 Uma alta taxa de respiração, indica alta atividade biológica, pois é um sinal de 8 rápida
decomposição de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas. No 9 entanto,
uma decomposição estável, pode ser desfavorável para processos físicos, 10 químicos do solo
(TÓTOLA & CHAER, 2002).

11

12 1.3 Estabilidade dos Agregados

13 A estrutura do solo é composta por arranjo das partículas do solo 14 (JUNQUEIRA
et al., 2010). Do ponto de vista agrônomo, é um arranjo das partículas 15 do solo e do
espaço poroso, formados quando partículas primárias se agrupam 16 (CARVALHO *et al.*,
2014). Tais partículas são unidas por agentes ligantes como a 17 matéria orgânica e este por
sua vez são ligadas por agentes ligantes temporários, raízes e 18 hifas por exemplo, pela ação
mecânica e química das raízes, com produção de substâncias 19 com ação cimentante,
formando macroagregados, com isso a matéria orgânica fica dentro 20 dos microagregados,
inacessível a microrganismos (SALTON *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2018).

22 Outro agente ligante importante são os polissacarídeos, mucilagens provenientes 23 do
metabolismo microbiano, decomposição e exsudação de raízes, resíduos vegetais e 24 animais
(GARCIA & ROSOLEM, 2010).

25 A agregação é fundamental na manutenção das propriedades físicas do solo 26 como a
porosidade e aeração, infiltração e retenção de água, controle de processos 27 erosivos e
crescimento de microrganismos (CAMPOS, 2018). Quando em condições de 28 manejo
inadequado pode ocorrer à quebra dos agregados, e o sistema solo tende a retornar 29 à
condição de desagregação, ou individualização das partículas (SOUZA *et al.*, 2018).

30 Os métodos utilizados para estimar a estabilidade é o peneiramento por 31 via
seca e úmida (CARVALHO *et al.*, 2014), e podem ser avaliados pelo diâmetro médio 32
ponderado (DMP), o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de 33
agregados (IEA). O DMP pode ser definido como a porcentagem de agregados retidos 34 nas
peneiras com malhas maiores. O DMG representa uma estimativa do tamanho da

1 classe de agregados de maior ocorrência; o IEA é uma medida da agregação total do solo 2 e não considera a distribuição por classes de agregados (PEREIRA & THOMAZ, 2014). 3 O aumento da estabilidade dos agregados está relacionado com a capacidade da 4 matéria orgânica de se aderir às partículas minerais do solo (PEREIRA & CERQUEIRA 5 NETO, 2013). Os agregados protegem física e quimicamente a matéria orgânica do solo, 6 reduzindo o processo de mineralização e contribuindo no armazenamento de carbono 7 (CAMPO, 2018). A matéria orgânica favorece o aumento da estabilidade de agregados, 8 e reduzem conforme o grau de hidrofobicidade e velocidade de infiltração de água, 9 reduzindo assim a quebra pela expulsão do ar (BASTOS *et al.*, 2005).

10 Os sistemas de cultivo e as características do solo exercem influências 11 sobre sua agregação e estabilidade. Em solos sob gramíneas há aumento na estabilidade 12 em relação as leguminosas devido ao seu sistema radicular extenso, agressivo e renovado 13 constantemente. Ressalta-se a importância da rotação de culturas com leguminosas 14 devido ao fornecimento de nitrogênio e conseqüentemente maior taxa de decomposição 15 dos resíduos (SILVA & MIELNICZUK, 1998; WENDLING *et al.*, 2005; WILDA *et al.*, 16 2010). O uso, o manejo, o nível e o tempo de utilização causam alterações nas 17 propriedades do solo, o cultivo intensivo do solo aliado à alta taxa de revolvimento causa 18 redução da estabilidade dos agregados e do conteúdo de matéria orgânica do solo, 19 acarretando solos mais suscetíveis aos processos erosivos (WENDLING *et al.*, 2005).

20

21 1.4. Sistemas Integrados

22 A busca por sistemas de produção que são capazes de manter a qualidade do 23 solo, tem aumentado devido à alta demanda da produção agrícolas e impactos ambientais 24 (SILVA *et al.*, 2013). Com a retirada da vegetação nativa para cultivos agrícolas há a 25 redução acentuada de MOS e impacto nos microrganismos, proporcionando ao solo, uma 26 busca de um novo estado de equilíbrio (SOUZA *et al.*, 2018).

27 Nos sistemas conservacionistas caracterizados pelo intenso revolvimento e 28 quantidades elevadas de adubos químicos e pesticidas, as propriedades físicas são 29 alteradas pelo manejo principalmente na densidade do solo, aumentando o diâmetro 30 médio ponderado (DMP) e diâmetro médio geométrico (DMG), acarretando o decréscimo 31 do aporte de C nos diferentes compartimentos da MOS e disponibilidade de Ca e Mg 32 (LISBOA *et al.*, 2012; ROSSI *et al.*, 2016; XAVIER *et al.*, 2006). A adoção da semeadura 33 direta aumenta a estabilidade de agregados da camada superficial do solo e eleva o teor

1 de carbono orgânico (SILVA *et al.*, 2006; BERTOL *et al.*, 2004; SILVA *et al.*, 2005; 2 HICKMANN *et al.*, 2012).

3 Práticas, como o plantio direto (PD), com mínimo revolvimento do solo e 4 acúmulo de resíduos vegetais na superfície, apresenta melhorias na agregação do solo em 5 relação aos sistemas convencionais, tendo maior aporte de Carbono orgânico e 6 estabilidade de agregados, (CRUZ *et al.*, 2003; CASTRO FILHO *et al.*, 1998; 7 D'ANDRÉA *et al.*, 2002). Conforme Balota *et al* (1998), proporciona também maior 8 biomassa microbiana de carbono e nitrogênio, maior respiração basal e maior relação 9 C_{mic}/C_{org} e diminuição do quociente metabólico, acarretando menor perda de carbono

10 do solo. Além disso, é uma alternativa para se evitar perdas de MOS, pois promove o seu 11 acúmulo, o que depende sobremaneira da utilização de rotação de culturas, reduz a taxa 12 de decomposição, em função da não-fragmentação dos resíduos, e permite maior entrada 13 de resíduos no sistema, quando ocorre a rotação de cultura (ROSCOE *et al.*, 2006).

14 Os sistemas de integração consistem na implantação sequencial, rotacionado ou 15 simultâneo de árvores, pastagem, ruminantes e culturas agrícolas diversas, sob condições 16 edafoclimáticas (MOREIRA, 2014; GIL *et al.*, 2019). É uma ferramenta importante para 17 a sustentabilidade do uso do solo, e atuam sobre a biomassa microbiana, resultando em 18 maior incremento da matéria orgânica (COLMAN *et al.*, 2013; TADINI *et al.*, 2019). 19 Além disso, têm o potencial de capturar e sequestrar carbono, na forma de aumentar a 20 quantidade de MOS, contribuindo na mitigação das emissões de gases causadores do 21 efeito estufa na agricultura (TADINI *et al.*, 2019). Os sistemas podem ser de Integração 22 Lavoura-Pecuária (ILP) e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF).

23 O sistema ILP, combina a vantagem de fornecer elevados teores de resíduos para 24 a formação de cobertura do solo, aumentando a fertilidade solo, melhorando as condições 25 das pastagens, permitindo maior carga animal (ROSCOE *et al.*, 2006). 26 A inserção do animal influencia tanto o subsistema mineral como a biota, e, 27 consequentemente, nas propriedades emergentes do sistema, proporcionando alto aporte 28 de energia para a manutenção do solo. As excreções dos animais, influenciam na dinâmica 29 da MOS, que passa a ser o suprimento mais importante de nutrientes para as pastagens. 30 A facilidade de mineralização dos nutrientes devido à baixa relação C:N e a maior 31 atividade das enzimas protease, urease e fosfatase ácida nos solos com presença de 32 animais, melhora as condições de fertilidade e o desenvolvimento das plantas (SOUZA 33 *et al.*, 2018).

utilização da área de cultivo o ano todo, redução da pressão do desmatamento, 3
diversificação da renda, a recuperação da capacidade produtiva do solo, maior ciclagem 4
dos nutrientes e a melhoria das qualidades químicas, física e biológicas, proporcionando
5 maior conforto animal e também o fornecimento de madeira (MOREIRA, 2014; ASSIS 6 *et*
al., 2015).

7

8 1.5 Sombreamento

9 Um fator importante a ser considerado é efeito proporcionado pelas árvores 10 presentes no
sistema. As culturas da atividade agropecuária presentes no sistema se se 11 beneficiam da
presença de árvores, devido a ciclagem de nutrientes, aproveitam 12 nutrientes que são
extraídos pelas árvores de camadas mais profundas do solo através de 13 seu sistema
radicular. (CASTRO et al., 1996; SÁNCHEZ et al., 2003).

14 Ainda, o sombreamento influencia no valor nutritivo e na morfofisiologia da 15 forragem
(CASTRO et al., 1999). Dependendo da luminosidade incidente dentro do 16 sistema ILPF, o
crescimento da parte aérea é priorizado por parte das forrageiras, 17 apresentando lâminas
foliares e colmos mais longos, podendo ocorrer diminuição de 18 produtividade de biomassa,
com menor índice de área foliar em detrimento do sistema 19 radicular. Porém algumas
forrageiras, quando sombreadas a níveis de 30% a 50%, 20 apresentam melhor valor nutritivo
com maior teor de proteína bruta, menor conteúdo de 21 parede celular e maior digestibilidade
da matéria seca (CARVALHO et al., 2002; 22 ALMEIDA et al., 2012; ALMEIDA et al.,
2014).

23 Segundo Almeida (2010), a sombra natural forma um microclima estável, 24 favorecendo o
conforto térmico, refletindo em ganho de peso e por conseguinte, maior 25 produção por
animal (PIRES et al., 2000; ALMEIDA, 2010; MORAIS et al., 2013).

10

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2

3 ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em 4
sistemas de produção de bovinos em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed). 5 **Sistemas**
de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 2. ed. 6 Brasília:
Embrapa, 2012. p. 87-94.

7

8 ALMEIDA, R. G.; RANGEL, J. H. A.; RODRIGUES, A. C. C.; ALVES, F. V. Sistemas 9
silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. In: CONGRESSO 10
NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9, 2014. **Anais...** Ilheus, 2014. 11

12 ALMEIDA, R. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais 13
e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 14 2010.
Anais... Campo Grande: UFMS, 2010.

15

16 ANDERSON, J. P. E. **Soil respiration**. In: PAGE, A.L., ed. Methods of soil analysis, 17
2.ed. Part 2. Chemical and microbiological properties. Madison, American Society of 18
Agronomy, p. 831-868, 1982.

19

20 ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R. de.; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M.; SANTOS,
21 M. T. P. dos.; MOURÃO JÚNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo 22
sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônia**. v.42, n.1, 23
p.11-18, 2012.

24

25 ASSIS, P. C. R.; STONE, L. F.; MEDEIROS, J. C.; MADARI, B. E.; OLIVEIRA, J. de 26
M.; WRUCK, F. J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária 27
floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 28
v.19, p.309-316, 2015.

29

30 BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M.. Biomassa 31
microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de 32
culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.641-649, 1998. 33

34 BASTOS, R. S.; MENDONÇA, E.S.; ALVAREZ, V. H.; CORRÊA, M. M.; COSTA, L. 35
M. da. Formação e estabilização de agregados do solo influenciados por ciclos de 36
umedecimento e secagem após adição de compostos orgânicos com diferentes 37
características hidrofóbicas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n. 1, 38 p.
21-31, 2005.

39

40 BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR,
41 W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em 42
rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de 43
Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n. 1, p. 155-163, 2004.

44

45 CARDOSO, J. A. F. **Atributos químicos e físicos do solo e matéria orgânica do solo 46
sob mangueira Irrigada e caatinga nativa na região do Vale do Submédio São 47
Francisco**. 2014. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade 48
Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro-BA, 2014.

11

1 CARVALHO, M. M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da 2
atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE 3
PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. 4
Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.

5

6 CARVALHO, L. L. C **Diagnóstico da qualidade do solo em dois sistemas tradicionais 7
de uso e manejo: citros e mandioca**. 2008. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciências 8
Agrárias) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal 9
do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas- BA, 2008.

10

11 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, H.; COUTO, L. Sistemas Silvipastoris no Brasil: 12
potencialidades e entraves. **Revista Árvore**, v.20, n.4, p.575-582, 1996. 13

14 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO L. Produção forrageira
15 de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 16
v.28, n.5, p.919-927, 1999.

17 CAMPOS, C. D. **Relação entre carbono orgânico Total, glomalina e estabilidade de 18
agregados em neossolo lítólico**. 2018. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso 19 (Agronomia)
- Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Paraíba, 2018. 20

21 CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L.; 22

Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas 23
cronosequências de reabilitação após a mineração de bauxita. **Revista Brasileira de 24**
Ciência do Solo, Viçosa, 32, n. 1, p. 621-632, 2008.

25

26 CARVALHO, M. A. D; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M.; PASSO, R. R.; ARAUJO, C. A. 27 S.
Composição granulométrica, densidade e porosidade de agregados de Latossolo 28 Vermelho
sob duas coberturas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e 29 Ambiental**,
Campina Grande, v.18, n. 10, p. 1010-1016, 2014.

30

31 CASTRO-FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados 32
e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função 33 de
sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista**
34 **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 1, p. 527-538, 1998. 35

36 COLMAN, B. A.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Indicadores microbiológicos para
37 avaliação da qualidade do solo em diferentes sistemas de integração lavoura-pecuária 38
floresta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, 2013, 39

Florianópolis, **Resumo...**Florianópolis: Sociedade Brasileira d Ciência do Solo, 2013, 4p. 40

41 CRUZ, A. C. R.; PAULETTO, A.; FLORES, C .A.; SILVA, J. B. Atributos físicos e 42
carbono orgânico de um argissolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira 43 de**
Ciência do Solo, Viçosa, v.27, n. 1, p. 1105-1112, 2003.

44

45 D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Atributos de 46
agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados 47
no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n. 4, p. 48
1047-1054, 2002.

49

12

1 FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R. da.; OLIVEIRA, G. C. de.; 2
BALBINO, L. C. Atributos Físicos, Químicos E Biológico De Latossolo Vermelho 3
Distrófico De Cerrado Sob Duas Rotações De Cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical 4**
v.37, n.1, p. 22-30, 2007.

5

6 GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Agregados em um Latossolo sob sistema plantio 7
direto e rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n. 12, p. 8
1489-1498, 2010.

9

10 GIL, A. C. P.; BERTAGNOLI, B. G. P.; MENONCIN, A. S.; COLOZZI-FILHO, A.; 11
PONTES, L. S. Biomassa microbiana do solo em sistemas integrados de produção 12
agropecuária com adubação nitrogenada. In: REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA 13
DO SOLO-RPCS, 4, 2019, Ponta Grossa. **Resumo...**Ponta Grossa, 2019, 4p.

14

15 HICKMANN, C.; COSTA, L. M. da; SCHAEFER, C. E. G. R.; FERNANDES, R. B. 16
A.; ANDRADE, C. de L. T. de. Atributos físico-hídricos e carbono orgânico de um 17
argissolo após 23 anos de diferentes manejos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.25, n. 1, p. 18
128-136, 2012.

19

20 JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. **Microbial biomass in soil: measurement and 21**
turnover. In: Paul, E.A.; Ladd J.N (eds). Soil biochemistry. Marcel Dekker, 1981. p.425- 22
471.

23

24 JUNQUEIRA, K. R.; CORRECHEL, V.; CUSTÓDIO-FILHO, R. O.; SANTOS, F. C. V. 25
dos; JUNQUEIRA, M. F. R. Estabilidade de agregados de um neossolo quartzarênico sob 26

pastagem e mata em Baliza-GO. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, 27
Goiânia, v.6, n. 10, 7p., 2010.

28

29 KAZMIERCZAK, R. **Indicadores Físicos E Químicos De Qualidade Do Solo Em** 30
Sistemas De Preparo. 2018. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Agricultura 31 uso
e manejo do solo) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa-PR, 2018. 32

33 LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. da.; MARTINS, A.F.; SELBACH, 34
P. A. Indicadores microbianos de qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo. 35
Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.36, n.1, p.45-55, 2012.

36

37 MACHADO, J. L. S. **Indicadores microbiológicos do solo no cultivo de mandioca**. 38
2018, 24p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade 39
Federal de Grande Dourados.2018.

40

41 MARCHIORI-JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, Carbono da Biomassa Microbiana 42
e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoieiro. 43
Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 257-263, 1999. 44

45 MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade
46 enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na Região
47 de Primavera do Leste-MT. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, 48
p. 425-433, 2003.

49

13

1 MELO, N. B.; VALADÃO, M. B. X.; GATTO, A.; RIBEIRO, F. P.; INKOTTE, J. 2
Atributos químicos do solo sob diferentes sistemas de uso do solo no Distrito Federal. 3
Revista Tecnológica, v.9, n.1, p.10-19, 2019.

4

5 MERCANTE, F. M.; SILVA, R. F. da.; FRANCELINO, C. S. F.; CAVALHEIRO, J. C. 6 T.;
OTSUBO, A. A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes 7
coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum Agron.**, 8 Maringá,
v.34, n.4, p. 479-485, 2008.

9

10 MERCANTE, F. M.; FABRICIO, A. C.; MACHADO, L. A. Z.; SILVA, W. M.. 11
Parâmetros microbiológicos como Indicadores da Qualidade do Solo sob sistemas 12
integrados de Produção Agropecuária. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste. 13 2004.
27p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento,20).

14

15 MORAIS, H.; CARBONIERI, J.; REIS, H. A. N. Microclima e produção de forrageira 16
em sistema silvipastoril no norte do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL 17
DEARBORIZAÇÃO DE PASTAGENS EM REGIÕES SUBTROPICAIS, 1, 2013, 18
Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA, 2013. p.103-110.

19

20 MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2 ed. 21
Lavras-MG: Editora UFLA, 2006. 729p.

22

23 MOREIRA, G. M. **Qualidade do solo em sistemas de integração lavoura, pecuária e** 24
floresta em Sinop, MT. 2014, 95p. Dissertação (Mestrado em Solos e nutrição de 25 plantas)-
Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2014.

26

27 NANZER, M. C.; ENSINAS, S. C.; BARBOSA, G. F.; BARRETA, P. G. V.; 28
OLIVEIRA, T. P.; SILVA, J. R. M. da; PAULINO, L. A. Estoque de carbono orgânico 29 total
e fracionamento granulométrico da matéria orgânica em sistemas de uso do solo no 30

Cerrado. **Revista de Ciências Agroveterinária**, Lages, v.18, n. 1, p. 136-145, 2019.

31

32 PEREIRA, A. A.; THOMAZ, E. L. Estabilidade de Agregados em Diferentes Sistemas 33 de uso e manejo no município de Reserva-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 34 v. 7, n. 2, p. 378-387, 2014.

35

36 PEREIRA, B. L. D. S.; CERQUEIRA-NETO, J. D. S. Avaliação da Influência da 37 Cobertura do solo na estabilidade estrutural em latossolo amarelo do tabuleiro costeiro. 38 **Enciclopedia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n. 17, p. 340-351, 39 2013.

40

41 PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a 42 produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE 43 RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: 44 Sociedade Brasileira de Produção Animal, 2000. p.87-105.

45 PRADO, M. R. V. **Estimativa da acidez potencial dos solos do estado do Mato Grosso 46 com base em métodos tampões**. 2018, 82p. Tese (Doutorado em Agronomia) Programa 47 de Pós-Graduação em Agricultura Tropical- Universidade Federal de Mato Grosso 48 Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Cuiabá-MT, 2018. 49

14

1 ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da Matéria Orgânica do 2 solo em sistemas Conservacionistas: Modelagem Matemática e métodos auxiliares**. 1 3 ed (Online). Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304 p. 4

5 ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; MOURA, O. V. T. de; ALMEIRA, A. P. C. de. Vias de 6 formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de 7 manejo agroecológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 9, p. 1677- 8 1685, 2016.

9

10 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; 11 FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação E Estabilidade de 12 Agregados do Solo em Sistemas Agropecuários Em Mato Grosso do Sul. **Revista 13 Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1, p.11-21, 2008. Do so 14 SALTON, J.C.; SILVA, W.M.; TOMAZI, M. **Sistema Radicular de Plantas e 15 Qualidade do Solo**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. (Comunicado 16 Técnico, 198)

17

18 SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril em La 19 fertilidad edáfica em unidades lecheras de la empresa Nazareno. **Pastosy Forrajes**, v.26, 20 n.2, p.131-136, 2003.

21

22 SATO, J. H. **Métodos para determinação do carbono orgânico em solos do Cerrado**. 23 2013, 90p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Faculdade 24 de Agronomia e Medicina Veterinária, Brasília-DF, 2013.

25

26 SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de 27 carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) 28 Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Agropecuária Técnica**, v.37, n. 1, p. 29 96-104, 2016.

30

31 SILVA, C. F. da; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, F. L.; FEITORA, J. C. F.; LOSS, A.; 32 MENEZES, C. E. G.; SILVA, E. M. R. da. Carbono orgânico total, biomassa microbiana 33 e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio vale do 34 Paraíba do Sul-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, p. 1680-1689, 35 2012.

36

37 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a 38
estabilidade de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, n. 1, p. 39
311-317, 1998.

40

41 SILVA, M. A. S. da; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; 42
MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em 43
um argissolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, 44
v.35, n. 3, p. 544-552, 2005.

45

46 SILVA, M. A. S. DA; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; ROSA, J. D.; BAYER, 47
C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um argissolo 48
vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 49
Viçosa, v.30, p. 329-337, 2006.

50

15

1 SILVA, A. D.; MEDEIROS, E. V. de; BEZERRA, C.B.; SILVA, W. M.; BARROS, J. 2 A.;
SANTOS, U.J. dos. Interferência Da Incorporação De Matéria Orgânica No Solo No 3
Controle Da Podridão Negra Da Mandioca, Causada Por *Scytalidium lignicola*. **Biosci. 4 J.**,
Uberlândia, v. 29, n. 6, p. 1823-1831, 2013.

5 SIMON, C. D. P.; VITÓRIA, E. L.; LACERDA, E.G.; AVANCINI, Y. S.; RODRIGUES, 6
T. F.; SIMON, C. A. Emissão de Co₂, atributos físicos e carbono orgânico total em 7
diferentes sistemas de preparo do solo. **Nativa**, Sinop, v.7, n. 5, p. 494-499, 2019. 8

9 SOUZA, E. D.; SILVA, F. D.; PACHECO, L. P.; LAROCA, J. S. V.; SOUZA, J. M. A.; 10
BONETTI, J. A. **Matéria orgânica do solo em sistemas integrados de produção 11**
agropecuária no Brasil. In: SOUZA E. D.; SILVA F. D; ASSMANN T. S.; CARNEIRO 12
M. C. C.; CARVALHO, P. C. F.; PAULINO, H. P. Sistemas Integrados de Produção 13
Agropecuária no Brasil. 1 ed. Tubarão-Santa Catarina, Ed. Copiart, 2018, p.107-122.

14 TADINI, A. M.; XAVIER, A. A. P.; CARVALHO, M. A. P.; MARTIN NETO, 15 L.;
MILORI, D. M. B. P.; BERNARDI, A. C. de C. Avaliação da qualidade da matéria 16
orgânica dos solos extraídos de três variações de sistemas integrados no Estado de São 17
Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA
18 SIAGRO. Embrapa Instrumentação, **Anais...** 2019.5 p.

19

20 TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como 21
indicadores da qualidade dos solos. **Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 2, p. 195-276, 2002. 22

23 VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. A.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T. 24
Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de 25 uso
e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n.1, p.2105-2114, 26 2011.

1 **CAPÍTULO 2- EFEITO DO SOMBREAMENTO DE EUCALIPTO SOBRE 2**
BRACHIARIA BRIZANTHA (Syn. Urochloa brizantha) CV. PIATÃ EM SISTEMA 3
INTEGRADO DE PRODUÇÃO (ILPF)

4

5

6 **RESUMO**

7

8

9 O sombreamento proporcionado pelas árvores em sistemas integrados de produção pode 10

ter efeito variado sobre as gramíneas localizadas entre os renques, afetando por exemplo, 11 o valor nutritivo e o desenvolvimento das plantas. Assim, o objetivo do presente trabalho 12 foi avaliar o efeito do sombreamento de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) sobre pasto de 13 *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã sobre algumas características 14 da forrageira. Em um experimento conduzido na Unidade de Referência Tecnológica da 15 Embrapa, localizada Fazenda Copasul em Naviraí/MS foram avaliados a produção de 16 massa seca, relação folha/colmo e relação carbono/nitrogênio da *B. brizantha* conduzida 17 em um sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com orientação dos renques do 18 componente florestal no sentido Norte-Sul. Os pontos de coleta de dados obedeceram ao 19 delineamento experimental inteiramente casualizado com 6 épocas de corte e 3 posições 20 entre os renques (Oeste, Centro e Leste). Os dados foram submetidos à análise de variância 21 e as médias comparadas entre si a 5% de probabilidade. As faces Oeste, Centro e Leste 22 não diferiram entre si na disponibilidade de biomassa. Porém, foram encontradas 23 diferenças significativas de disponibilidade de massa seca quando comparadas as estações 24 do ano. Massa seca de folhas, de colmo e relação folha/colmo diminuíram 25 significativamente no inverno. Já massa seca de material morto e massa seca total, 26 aumentaram com o decorrer do tempo, sendo encontrados os maiores valores no inverno. 27 A época do ano interferiu na relação carbono/nitrogênio. O verão proporcionou maiores 28 valores de relação carbono:nitrogênio em comparação ao inverno. Durante o inverno, não 29 foram encontradas diferenças significativas na disponibilidade de forragem nos pontos 30 entre renques. A partir dos resultados obtidos, tem-se que o arranjo de árvores no sentido 31 Norte-Sul é promissor para condução de pastagem de capim Piatã entre renques 32 espaçados em 30 metros.

33

34

35 **PALAVRAS-CHAVE:** Gramíneas Forrageiras; disponibilidade de forragem; Sistema 36 Agrossilvipastoril.

17

1 ABSTRACT

2

3

4 The shading provided by trees in integrated production systems can have a varied effect 5 on grasses located between rows, affecting, for example, the nutritional value and 6 development of plants. Thus, the objective of the present work was to evaluate the effect 7 of eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) shading on *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa* 8 *brizantha*) cv. Piatã about some forage characteristics. In an experiment conducted at 9 Embrapa's Technological Reference Unit, located at Copasul Farm in Naviraí/MS, dry 10 mass production, leaf/stem ratio and carbon/nitrogen ratio of *B. brizantha* were evaluated 11 in a crop-livestock-integration system. forest, with the rows of the forest component 12 oriented in the North-South direction. The data collection points followed a completely 13 randomized experimental design with 6 cutting times and 3 positions between rows 14 (West, Center and East). Data were subjected to analysis of variance and means compared 15 to each other at 5% probability. The West, Center and East faces did not differ in terms 16 of biomass availability. However, significant differences in dry mass availability were 17 found when compared to the seasons of the year. Leaves and stalk dry mass and leaf/stem 18 ratio decreased significantly in winter. On the other hand, dry mass of dead material and 19 total dry mass increased over time, with the highest values being found in winter. The 20 time of year interfered with the carbon/nitrogen ratio. Summer provided higher values of 21 carbon:nitrogen ratio compared to winter. During winter, no significant differences were 22 found in forage availability at points between rows. From the results obtained, it appears 23 that the arrangement of trees in the North-South direction is promising for conducting 24 Piatã

grass pasture between rows spaced at 30 meters

25

26

27 **KEYWORDS:** Forage Grasses; forage availability; Agrosilvopastoral system.

18

1 1. INTRODUÇÃO

2

3 O sistema agrossilvipastoril ou Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) 4 consiste na
combinação simultânea dos elementos agrícola, pecuário e florestal e pode-se 5 incluir a
rotação, consórcio ou sucessão de culturas (BURGENSTAB, 2012). Com esta 6 integração, a
área de produção se mantém em atividade durante o ano todo, otimizando 7 os ciclos
biológicos das plantas e dos animais de maneira sustentável (MACHADO *et al.*, 8 2011).

9 Em sistemas integrados, o crescimento da planta forrageira é influenciado por 10 inúmeros
fatores bióticos e abióticos como o microclima, as práticas de manejo e a 11 dinâmica de
competição acima e abaixo do nível do solo. A inclusão desse sistema de 12 produção é eficaz
no que se diz respeito à recuperação de solos degradados, na 13 recomposição da drenagem de
água e o teor de matéria orgânica, favorecendo a biota e 14 diminuindo a ocorrência de pragas
e doenças (ROSCOE *et al.*, 2002; SALTON *et al.*, 15 2005; SEREIA *et al.*, 2007; PORTILHO
et al., 2011; SALTON *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 16 *et al.*, 2011).

17 Um dos requisitos importantes para o sistema agrossilvipastoril é a escolha das 18 espécies
de componente. No caso das forrageiras, é importante que sejam tolerantes ao 19
sombreamento, além de possuir boa capacidade produtiva, fácil ajuste de manejo e 20
adaptação às condições edafoclimáticas da região onde serão implantadas (ANDRADE 21 *et*
al., 2004).

22 Em condições de sombra, as plantas gastam maior proporção de fotoassimilados 23 durante
o aumento da área foliar para melhor aproveitamento de luz disponível, 24 aumentando a sua
capacidade fotossintética. Ainda, o sombreamento induz modificações 25 morfológicas, entre
as quais pode-se citar a área, comprimento, espessura, e orientação 26 da lâmina foliar,
comprimento do colmo, número de folha e relação folha:colmo (LOPES 27 *et al.*, 2017).

28 A resposta das forrageiras aos diferentes níveis de restrição à luz é variável 29 (TAIZ &
ZEIGER, 2013; SANTOS *et al.*, 2018). Em *Brachiaria decumbens* (Syn. 30 *Urochloa*
decumbens) cv. Basilisk, por exemplo, a produtividade de matéria seca aumenta 31 quando
submetida a 50% de sombreamento. Além do incremento de massa seca, foi 32 constatado que
o sombreamento induz, até certo ponto, aumento nos teores de proteína 33 bruta, redução de
fibra em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da matéria 34 seca. Já níveis abaixo
de 35%, não alteram a resposta da forrageira em comparação a

19

1 pleno sol. Quando submetida a sombreamento intenso, acima de 65%, há redução 2
expressiva da produção de massa seca (PACIULLO *et al.*, 2007; MARTUSCELLO *et al.*, 3
2009). Ainda, em condições semelhantes de sombreamento, dentro do mesmo gênero, as 4
respostas produtivas podem diferir (MARTUSCELLO *et al.*, 2009; PACIULLO *et al.*, 5
2011).

6 Diante disso, a realização de trabalhos que venham auxiliar na melhor escolha 7 das
espécies, dos clones de eucalipto e das cultivares de capim entre os renques, assim 8 como os
melhores arranjos e a melhor interação entre culturas, permitirão estabelecer 9 sistemas
agroflorestais mais produtivos e com melhor capacidade de adequação às 10 diversas
condições produtivas do Brasil.

11 Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do 12 sombreamento de
árvores de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*) sobre pasto de *Brachiaria* 13 *brizantha* (Syn.
Urochloa brizantha) cv. Piatã.

14

15 2. MATERIAL E MÉTODOS

16

17 As atividades foram conduzidas em área total de 5.866,83 m² na Unidade de 18 Referência
Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste localizada Fazenda Copasul 1 19 em
Naviraí/MS, BR 163, km 143 (22°59'45.4"S 54°22'50.5"W), com altitude de 365 m. 20 A
região encontra-se dentro do Bioma Mata Atlântica com Clima *Am* (Peel et 21 al., 2007),
clima tropical monçônico, com precipitação anual média de 1400 mm e 22 temperatura média
de 22°C. O clima monçônico tende a ter estações secas menos 23 pronunciadas. O solo da
região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico 24 de textura média com
horizonte A moderado com relevo plano e suave ondulado 25 (POLIDORO *et al.*, 2016).

26 Na Tabela 1 estão apresentadas as sequências dos cultivos durante os anos de 27 2014 a
2019. Anteriormente, a área era ocupada por pastagem sob pastejo contínuo em 28 processo
de degradação.

20

Tabela 1. Tabela 1. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF durante os anos 2014 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.

2014		2015		2016		2017		2018		2019	
Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.
Aveia	Piatã	Soja PD	M + Piatã	Soja PD	M + Piatã			Piatã			Soja PD

1 Legenda: * F=Floresta; * M= milho; *PD=plantio direto.

2

3 Anteriormente à instalação do experimento, foi realizada análise do solo em 4 dezembro de 2013, conforme Tabela 2. Foi realizada calagem com 2 t/ha calcário 5 dolomítico PRNT de 100% e incorporação a 20 cm de profundidade; aplicação de gesso 6 a lanço na dose de 1 t/ha e adubação com 100 kg/ha de P₂O₅, 90 kg/ha de K₂O; 2,5 kg/ha 7 de cobre; 2,0 kg/ha de manganês; 6,0 kg/ha de zinco e boro na dose de 1,5 kg/ha.

Tabela 2. Tabela 2. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.

prof cm	pH H ₂ O	pH CaClO ₂	Al	Ca	Mg	H+Al ₃	K	SB	T	CTC efe	m	V	P	MOS	areia	silte	argila
			cmol _c dm ⁻²									%	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹			
0-10	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,3	0,1	1,0	4,3	1,2	18,4	23,7	1,0	12	805	36	159
10-20	5,2	4,4	0,2	0,7	0,4	3,7	0,2	1,2	4,9	1,4	12,6	25,5	1,0	14	775	40	185
20-30	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,6	0,1	1,0	4,6	1,2	19,4	22,0	0,9	12	778	34	188

8

9

10 O plantio das mudas de eucalipto da espécie *Eucalyptus urophylla* foi realizado 11 no sentido norte-sul e ocorreu em 22/07/2014 com o clone I144. O diâmetro à altura do 12 peito (DAP) do eucalipto no momento da implantação do experimento era de 19,85 cm. 13 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com amostragens 14 bimestrais realizadas em 6 épocas e em 3 posições diferentes dentro do renque (face leste, 15 centro e face oeste). Com espaçamento entre árvores de eucalipto de 2x3 metros entre 16 linhas e 30 metros entre renques.

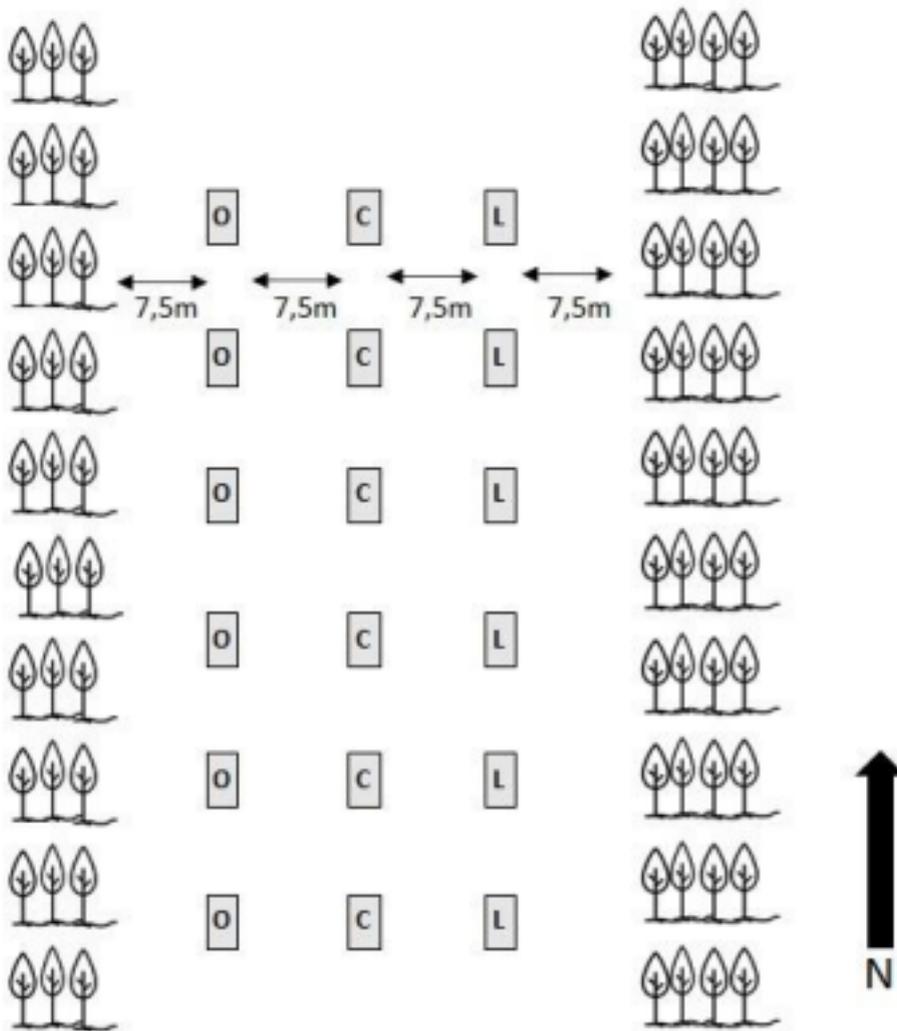
17 A forrageira *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã, foi 18 avaliada na área sob sombreamento de eucalipto entre outubro de 2018 e julho de 2019 19 compreendendo, assim, as estações de verão, outono e parte do inverno. O pastejo foi 20 realizado com taxa de lotação de 2,7 UA/ha de novilha precoce.

21 Foram realizadas as avaliações para disponibilidade de massa seca, relação 22 folha/colmo e teores de nitrogênio e carbono. As taxas de acúmulo de matéria seca, foram

21

1 avaliadas por meio de 6 cortes para amostragens de forragem, sob pastejo contínuo, 2 realizados no período de outubro/2018 a julho/2019, em intervalos de 60 dias para os 3 cinco primeiros cortes e com 30 dias para a sexta amostragem por decorrência de geada 4 ocorrida em 07/07/2019. Para a coleta, foram previamente demarcadas 6 faixas ao longo 5 do entre renque com três pontos amostrais, totalizando 18 amostras, conforme Figura 1. 6 A posição dos renques no sentido Norte-Sul resulta na ocorrência de sombra no período 7 da manhã na

face Leste e sol pleno na face oeste, invertendo-se ao longo do dia até o 8 período da tarde. Este fenômeno ocorre independente da estação do ano.



10 **Figura 1.**

9 Pontos de amostragem (repetições) de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã, entre renques de árvores de Eucalipto na URT- em Naviraí, MS.

12

Com auxílio de máquina de poda, foi coletado 1 m² de forragem disponível a 5 14 cm acima do solo (Figura 2A). Após o corte, as amostras foram pesadas e subamostradas 15 para avaliações de qualidade em folha, colmo e material morto (Figura 2 B e C). Após a

22

1 separação foram acondicionadas em saco de papel, pesadas e em seguida levadas para 2 secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C por 72h, e após secas, foram 3 novamente submetidas a pesagem, e avaliadas quanto a disponibilidade de massa seca e 4 relação folha: colmo.

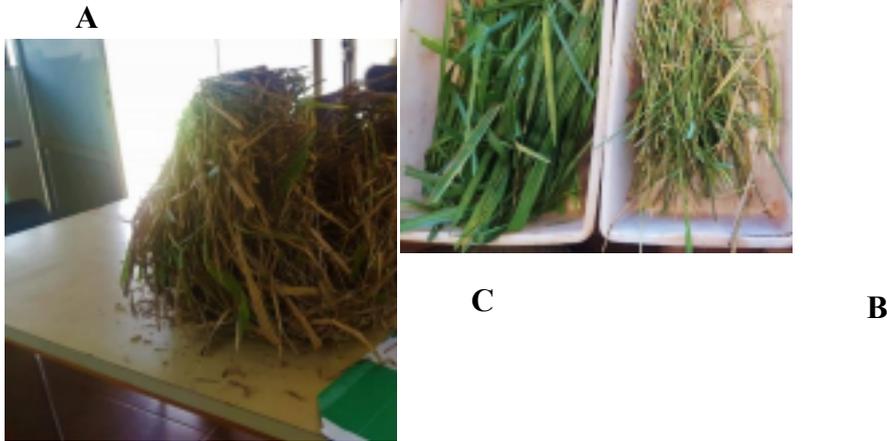
5

6

7



8
9
10
11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
21 22 23 24 25 26



27
Figura 2. Coleta de 1m²de pastagem de *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv Piatã (A); 28 amostra coletada (B); separação morfológica *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv Piatã (C).29

30 Na Figura 3 estão demonstrados os dados climáticos coletados pelo Instituto 31 Nacional de Meteorologia (INMET), da região onde está localizada a URT-Fazenda 32 Copasul, durante o período compreendido entre junho de 2017 a setembro de 2019. Para 33 a região, o período de maiores precipitação e temperatura compreendem os meses de 34 outubro a março, e o período mais seco e frio de abril a setembro.

23

1

2

DC

0
1
A
R
U
T
A
R
E
F
M
E
T

45 40 35 30 25 20 15 10 5

0

TI

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0
2
7
7
0
7
1
6
11

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0
2
7
4
0
7
1
6
11

0

0

2

7

1

0

7

1

0

0

2

7

2

0

7

1

0

0

0

2

7

3

0

7

1

0

0

0

2

7

4

0

7

1

0

0

2

7

5

0

7

1

0

0

0

2

7

6

0

7

1

0

0

2

7

7

0

7

1

0

0

2

7

3

0

7

1

0

0

2

7

9

0

7

1

0

0

120 100 80

60

40

20

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

0

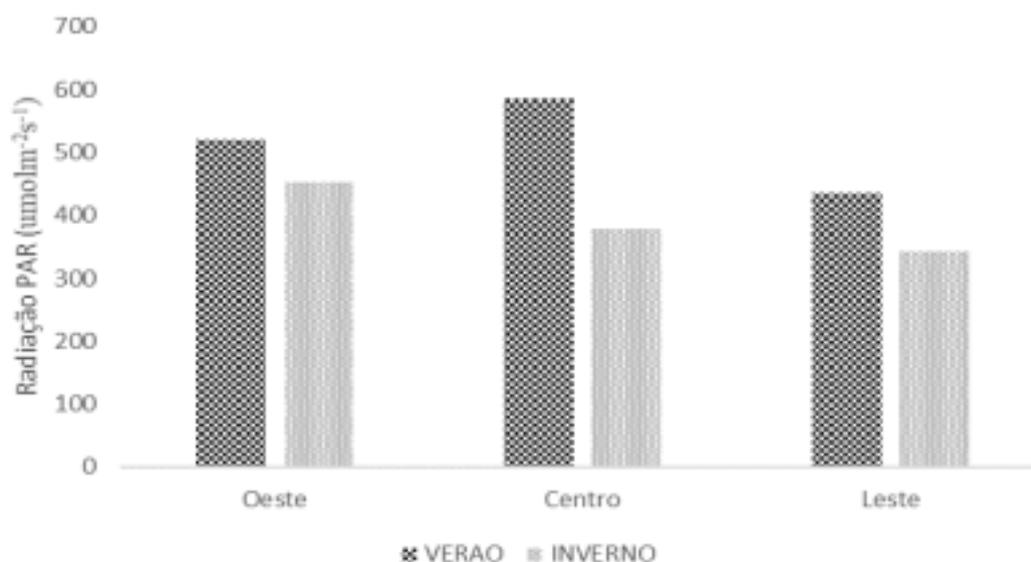
c
t
e
r
o

Figura 3. Precipitação pluvial, temperaturas máximas e mínimas registradas na Estação meteorológica do Inmet em Juti, MS entre junho de 2017 a setembro de 2019. 3

4 Para a análise estatística das avaliações, as amostragens realizadas nos meses 5 outubro, dezembro e fevereiro, foram consideradas como “verão” e as amostragens 6 realizadas em abril, junho e julho foram agrupadas como “inverno”. 7 Na Figura 4 estão apresentadas as médias de radiação fossinteticamente ativa 8 incidente sobre as faces Oeste, Centro e Leste em pontos equidistantes. A aferição da luz 9 foi realizada com sensores piranômetros em barra serial da marca Onset. 10

Figura

4.



Radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média incidente nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste no verão e inverno 2018/2019, Naviraí-MS.

24

1 Para as amostragens da forrageira, utilizou-se o delineamento experimental 2 inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo 3 software R STATISTIC, utilizando-se o teste F e as médias, quando significativas, foram 4 comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

5

6 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7

8 As médias de disponibilidade de massa seca e relação folha/colmo de *Brachiaria* 9

brizantha (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã entre renques de eucaliptos espaçados em 10 30 m estão apresentados na Tabela 3.

11 Durante o inverno e o verão, não houve diferenças estatísticas entre as faces 12 oeste, centro e leste entre os renques. Em trabalho realizado por Santos (2018) avaliando 13 respostas fisiológicas e estruturais de *B. brizantha* (Syn. *U. brizantha*) cv. Piatã entre 14 renques de eucalipto com orientação Leste-Oeste com espaçamento de 22x2m, não foram 15 encontradas diferenças estatísticas no acúmulo de biomassa total, acúmulo de massa 16 verde e de área foliar, independente da distância dos pontos avaliados em relação ao 17 renque. Em experimento realizado por Paciullo *et al.* (2008), em condições de inverno, a 18 produção de folhas por *B. decumbens* (Syn. *U. decumbens*) não foi afetada em função do 19 sombreamento proporcionado pelas árvores.

20 Quando comparadas as estações verão e inverno, as médias diferiram 21 significativamente em todas as variáveis avaliadas (Tabela 3). Para MS FOLHA a 22 disponibilidade de folhas durante o verão foi maior em 68,98%, em média. Isso se deve 23 ao fato de que no inverno, as forrageiras tropicais diminuem a produção de biomassa 24 devido a diminuição de radiação solar, temperatura e água (MUNIZ *et al.*, 2014). Em 25 experimento realizado por Paciullo *et al.* (2008), os menores valores de produção de 26 folhas foram encontrados no inverno, corroborando com o obtido para a mesma estação 27 no presente estudo.

28 Para MS COLMO, a diminuição de temperatura e de oferta de água à forrageira 29 durante o inverno também interferiu na biomassa presente em todo o transecto entre 30 renques. Sendo a disponibilidade de colmos, em média, 60,36% maior no verão em 31 comparação com o período de inverno (Tabela 3). Em avaliação da produção de forragem 32 de braquiária submetida a lotação intermitente nas estações do ano, a porcentagem de 33 colmos de capim xaraés foi 60,67% menor na época seca do ano (OLIVEIRA, 2018).

25

1 **Tabela 3.** Disponibilidade de massa seca de folhas (MS FOLHA), massa seca de colmos 2 (MS COLMOS), massa seca de material morto (MS MORTO), massa seca de total (MS 3 TOTAL), relação folha-colmo (F:C) e porcentagem de folhas (%FOLHA) de *Brachiaria* 4 *brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv Piatã durante o inverno e verão localizados nas 5 faces Oeste, Centro e Leste entre renques de eucalipto em sistema ILPF com orientação 6 de árvores na direção norte-sul. Naviraí, MS.

MS FOLHA (Mg. ha⁻¹)

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 1,82 A^{ns} 1,76 A^{ns} 1,93 A^{ns} 23,64 **INVERNO** 0,54 B^{ns} 0,55 B^{ns} 0,62 B^{ns}
37,89 CV (%) 38,40 36,42 37,97

MS COLMO (Mg. ha⁻¹)

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 2,26 A^{ns} 2,27 A^{ns} 1,99 A^{ns} 30,36 **INVERNO** 1,44 B^{ns} 1,21 B^{ns} 1,29 B^{ns}
37,42 CV (%) 46,75 41,15 38,38

MS MORTO (Mg. ha⁻¹)

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 1,55 B^{ns} 1,38 B^{ns} 1,19 B^{ns} 38,09 **INVERNO** 7,19 A^{ns} 7,85 A^{ns} 6,91 A^{ns}
29,17 CV (%) 37,18 18,53 21,93

MS TOTAL (Mg. ha⁻¹)

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 5,64 B^{ns} 5,42 B^{ns} 5,12 B^{ns} 18,4 **INVERNO** 9,18 A^{ns} 9,62 A^{ns} 8,82 A^{ns}
39,35 CV (%) 37,98 37,91 33,10

F:C

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 0,81 A^{ns} 0,77 A^{ns} 0,97 A^{ns} 38,48 **INVERNO** 0,38 B^{ns} 0,45 B^{ns} 0,48 B^{ns}
40,69 CV (%) 40,46 29,81 31,48

%FOLHA

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 32,27 Ab 32,47 Ab 37,69 Aa 11,09 **INVERNO** 5,87 B^{ns} 5,55 B^{ns} 7,03
B^{ns} 16,86 CV (%) 40,49 33,91 39,16

7 Para cada variável, médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não 8 diferem estaticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

9

10 Em condições de sombreamento, adicionada a diminuição de temperatura, a 11 produção de colmos é afetada. Nessas circunstâncias, o crescimento dos perfilhos 12 existentes é priorizado, prejudicando, desta forma, uma nova produção (PACIULLO *et al.* 13 *al.* 2008; PACIULLO *et al.*, 2007).

14 A conversão de energia solar é responsável pela produção de biomassa, porém a 15 temperatura exerce papel preponderante na ecofisiologia das plantas, pois altera o 16 funcionamento de enzimas, como a RUBISCO e PEPcase, sendo responsável pela

26

1 velocidade das reações químicas envolvidas nos processos de fotossíntese 2 (BONHOMME, 2000; VILLA NOVA *et al.*, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2013). 3 Para as variáveis MS MORTO e MS TOTAL, houve diferença estatística quando 4 comparadas as estações inverno e verão (Tabela 3). Ocorrendo acúmulo de massa seca 5 em todas as faces dentro do renque, observando-se os maiores valores no período de 6 inverno. Corroborando com resultados obtidos por Oliveira (2018) e Geremia *et al.* 7 (2018), em pastagem de capim xaraés e piatã, respectivamente. O pastejo, associado ao 8 estiolamento provocado pelo sombreamento, e ao pisoteio devido a presença dos animais 9 provoca tal aumento de material senescente no decorrer do tempo.

10 À medida que os animais removem o limbo foliar do pasto, a massa das folhas 11 diminui em relação ao caule e material morto, o que pode ocasionar limitações ao pastejo 12 (CARVALHO *et al.*, 2009). No presente estudo foi observada a diminuição de, em média, 13 51,37% da relação folha-colmo durante o inverno em todos os pontos avaliados, diferindo 14

estatisticamente a 5% de probabilidade em comparação ao verão. Alterações 15 morfológicas das plantas forrageiras são descritas na literatura, segundo Lambers *et al.*, 16 (1998) tais mudanças tem por objetivo evitar a sombra e maximizar a captação de luz 17 pelos órgãos assimiladores, com aumento de comprimento de colmos com maior peso 18 médio e folha com menor densidade de massa e maior área específica (PERI *et al.*, 2007). 19 As mudanças morfológicas podem ser associadas à escassez hídrica e baixas 20 temperaturas (GEREMIA *et al.*, 2018), ocorridas no período. O alongamento do colmo é 21 tido como um mecanismo de estratégia para superar a redução da luz pelo posicionamento 22 das folhas mais altas no dossel do pasto sob sombreamento. (CASTRO *et al.*, 1999; 23 PACIULLO *et al.*, 2008; GOBBI *et al.*, 2009).

24 Para porcentagem de folhas (%FOLHA), foi constada diferença estatística entre 25 as estações do ano em todos os pontos, sendo a estação verão superando 82% o inverno. 26 Durante o verão, a maior %FOLHA foi encontrada para a face Leste, diferindo 27 significativamente do centro e da face Oeste. Pode se inferir que o comportamento de 28 pastejo dos animais tenha influenciado nesse resultado, pois mesmo sem diferir estatisticamente, a face Oeste apresentou maior peso de material morto (1,55 Mg.ha⁻¹ 29), em comparação ao ponto central (1,38 Mg.ha⁻¹) e a face Leste (1,19 Mg.ha⁻¹ 30), o que pode 31 evidenciar maior pisoteio e, conseqüentemente, maior tempo de permanência e pastejo na 32 face Oeste e centro, resultando na maior proporção de folhas da face Leste. Ainda, visto 33 que o sombreamento aumenta o comprimento de colmos (PACIULLO *et al.*, 2011b). Esse 34 aumento na proporção de colmos, pode ter tido efeito sobre a F:C do presente trabalho.

27

1 Com isso, pode ter alterado o processo de formação de bocado e da seletividade de folhas, 2 em resultado os animais gastam mais tempo na formação do bocado, aumentando assim 3 o tempo das sessões de pastejo. (BENVENUTTI *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2010; 4 ARAÚJO *et al.*, 2017). Aliado a isso, a face Oeste recebe a luminosidade do sol durante 5 o período da manhã e é sombreada no período da tarde. E segundo Barreto *et al.* (2019), 6 os bovinos têm seu maior tempo de atividade durante a tarde e buscam áreas sombreadas 7 para conforto térmico, o que pode explicar a preferência de pastejo na face Oeste.

8 No que se refere a relação carbono/nitrogênio, houve diferença estatística em 9 FOLHA C/N nas faces Oeste e Leste quando comparadas as estações de inverno e verão 10 (Tabela 4).

11

12 **Tabela 4.** Valores médios da relação carbono: nitrogênio em folhas (FOLHA C/N) e no 13 material morto (MORTO C/N) de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Uroclhoa brizantha*) cv 14 Piatã durante o inverno e verão localizados nas faces Oeste, Centro e Leste entre renques 15 de eucalipto em sistema ILPF com orientação de árvores na direção norte-sul. Naviraí, 16 MS.

FOLHA C:N

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 27,69 A^{ns} 24,48 ^{NSns} 26,17 A^{ns} 23,97 INVERNO 22,82 B^{ns} 21,71 ^{NSns}
22,21 B^{ns} 14,78 CV (%) 20,82 20,5 22,17

MORTO C:N

Oeste Centro Leste CV (%)

VERÃO 66,41 B^{ns} 54,90 ^{NSns} 70,53 ^{NSns} 34,24 INVERNO 80,52 Aa 64,59 ^{NS}ab
59,39 ^{NS}b 25,13
CV (%) 26,08 28,83 33,38

17 Para cada variável, médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não 18 diferem estaticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

19

20 Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os pontos na face Oeste, 21 Centro e Leste. No verão, a relação C/N foi 17,59% mais elevada para a face Oeste. Na 22 face Leste, o inverno também resultou em relação C/N mais baixa, sendo 15,13% inferior 23 à estação de verão. A radiação que chega no dossel forrageiro muda de acordo com a 24 estação do ano, o que pode explicar a redução da relação C/N das folhas no inverno.

25 Carvalho *et al.* (2002) verificou o aumento do teor de nitrogênio em função da mudança

28

1 de luminosidade, tal incremento é esperado, pois com a produção de massa seca reduzida, 2 há a concentração do teor de nutrientes (CASTRO *et al.*, 2001).

3 Para MORTO C/N, observou-se diferença estatística tanto entre as posições 4 entre os renques, como entre as estações do ano. Os pontos localizados nas faces Leste e 5 Oeste, diferiram entre si durante o inverno. O ponto na face Oeste foi 26,24% maior em 6 relação ao ponto a Leste. E quando comparadas as estações do ano, na face oeste, a relação 7 C/N foi maior durante o inverno em 17,52%. Por se tratar de tecido morto, parcialmente 8 mineralizado, a relação C/N mais elevada evidencia decomposição da biomassa mais 9 lenta devido a provável menor concentração de nitrogênio do material senescente, pois

10 há prioridade de nutrição das partes verdes por parte da planta (BAHMANI *et al.*, 2000).

11

12 4. CONCLUSÕES

13

14 A época do ano interfere na disponibilidade de biomassa em capim Piatã 15 sombreado.

16 A posição entre os renques não influencia a disponibilidade de massa seca do 17 capim Piatã no inverno.

18 O sombreamento ofertado pelo componente arbóreo com orientação Norte-Sul, 19 com
espaçamento de 30 metros mostra-se como alternativa promissora para condução de 20
sistema agrossilvipastoril, uma vez que a posição dentro do renque não interfere na 21
produção de biomassa e relação folha colmo a época mais fria e seca.

22 A relação carbono:nitrogênio do capim piatã não é afetada pela posição ocupada 23 entre
os renques.

29

1 REFERÊNCIAS

- 2
3 ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento 4 de
gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa 5 Agropecuaria
Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- 6
7 ARAÚJO, R. A. D.; RODRIGUES, R. C.; COSTA, C. D. S.; SANTOS, F. N. D. S.; 8
CUTRIM JÚNIOR, J. A. A.; JESUS, A. P. R. D.; SHIGAKI, F. ARAÚJO, J. D. S. 9 Grazing
behavior and spatial distribution of feces of Young bulls in silvopastoral systems
10 and Marandu monoculture in the Pre-Amazon region. **Acta Scientiarum. Animal 11
Sciences**, v. 39, n. 1, p. 83-90, 2017
- 12
13 BAHMANI, I.; HAZARD, L.; VARLET-GRANCHER, C.; BETIN, M.; LEMAIRE, 14 G.;
MATTHEW, C.; THOM, E.R.. Differences in tillering of long and short-leaved 15 Perennial
Ryegrass genetic lines under full light and shade treatment. **Crop Science**. v. 16 40, n.4,
p.1095-1102, 2000.
- 17
18 BARRETO, A. N.; GARCIAA. R.; BERNARDI A. C. C.; PEZZOPANE J. R. M.; 19
ROMANELLO, N; SOUSA, M. A. P. Monitoramento eletrônico do comportamento de 20
novilhas de corte mantidas em sistema de iLPF. In: Simpósio brasileiro de zootecnia
21 tecnologias que alimentam o mundo-29, 2019, Uberaba. **Rsumo...** Uberaba, 2019. 22
- 23 BENVENUTTI, M. A.; GORDON, I. J.; POPPI, D. P.; CROWTHER, R.; SPINKS, W.; 24
MORENO, F. C. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle 25
grazing five tropical grasses. **Livestock Science**, v. 126, n. 1-3, p. 229-238, 2009. 26
- 27 BONHOMME, R. Bases and limits to using “degree.day” units. **European Journal of 28
Agronomy**, v. 13, n. 1, p. 1-10, 2000.
- 29
30 BURGENTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: A produção 31
sustentável**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 2012. 239 p.
- 32
33 CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início do florescimento, 34
produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de 35
sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.5, p. 717-722, 2002. 36
- 37 CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; SILVA, S.C.; SILVA, S. C. da; BREMM, C.; 38
MEZZALIRA, J. C.; NABINGER, C.; AMARAL, M. F.; CARASSAI, I. J.; MARTINS, 39 R.
S.; GENRO, T. C. M.; GONÇALVES, E. N.; AMARAL, G. A. do; GONDA, H. L.; 40 POLI,
C. H. E. C.; SANTOS, D. T. dos. Consumo de forragem por animais em pastejo: 41 analogias
e simulações em pastoreio rotativo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA 42 PASTAGEM -
INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM 43 PASTOS-FEALQ,
25, 2009, Piracicaba. **Resumo...**Piracicaba, 2009, 33p.
- 44

45 CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção 46
Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. **Revista Brasileira de** 47
Zootecnia, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

48

30

1 CASTRO, C. R. T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P. Efeitos do 2
sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista** 3
Brasileira de Zootecnia. v.30, n. 6, p.1959-1968, 2001.

4

5 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. Banco de Dados 6
Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Brasília – DF, 2019.

7

8 GEREMIA, E.A.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; 9
MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. da. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria* 10
brizantha cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration área. **Livestock Science**. 212, 11 pp
83-92. 2018.

12

13 GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ-NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, 14
M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim 15
braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira** 16 de
Zootecnia. v.38, n.1, p.1645–1654, 2009.

17

18 LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New 19
York: Springer, 1998. 540p.

20 LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; 21
MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e 22
valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. 23
Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.69, n.1, p. 225-233, 2017. 24

25 MACHADO, L. A. Z.; CECCON, G.; ADEGAS, F. S. **Integração Lavoura-Pecuária** 26
Floresta: Identificação e implantação de forrageiras na integração Lavoura 27 **Pecuária**.
Dourados: EMBRAPA Agropecuária Oeste, 2011. 57 p. (Documentos 111). 28

29 MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO-NETO, M. M.; LAURA, V.A.; CUNHA,
30 D. N. F. V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento.
31 **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.38, n.7, p.1183 – 1190, 2009. 32

33 MUNIZ, R. A.; SOUSA, E. F.; MENDONÇA, J. C.; ESTEVES, B. S.; LOUSADA, L. L.
34 Balanço de energia e evapotranspiração do capim Mombaça sob sistema de pastejo 35
rotacionado. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v.29, n.1, p.47- 36
54, 2014.

37

38 OLIVEIRA, R. T **Produção de forragem, valor nutritivo e desempenho animal em** 39
diferentes espécies de *Brachiaria brizantha* sob lotação intermitente. 2018. 55p. 40
Dissertação (Mestrado, zootecnia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia 41
Goiano, 2018.

42

43 PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. 44 J.
F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim 45
braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46
v.42, n.4, p. 573 – 579, 2007.

47

48 PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, KN. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; 49
TAVELA, R. C.; ROSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado

31

1 pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 2
v.43, n.7, p.917-923, 2008.

3

4 PACIULLO, D. S. C.; FERNANDES, P. B.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; 5
SOBRINHO, F. S.; CARVALHO, C. A. B. de. The growth dynamics in *Brachiaria* 6 species
according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, 7 n.2, p.
270-276, 2011.

8

9 PACIULLO, D. S. C.; DE CASTRO, C. R. T.; DE MIRANDA GOMIDE, C. A.; 10
MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. D. F. Á.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance 11
of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172, 12
2011b

13

14 PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the 15
KöppenGeiger. **Hydrology and Earth System Sciences**, vol. 4, n.2, pp. 439-473, 2007 16
17 PERI, P. L.; LUCAS, R. J.; MOOT, D. J. Dry matter production, morphology and 18
nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under diferents light regimes. **Agroforestry** 19
Systems, v.70, n.1, p.63-79, 2007.

20

21 POLIDORO, J. C.; SANTOS, M. L. M.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; 22
CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JÚNIOR, W. de; 23 ARAÚJO
FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIRA, J. R.; MARTINS, E. S.; 24 SPERA, S. T.;
OLIVEIRA, S. R. M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TÔSTO, S. 25 G.; VENTIURIERI,
A.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. 26 C. dos;
VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, 27 F. M. S.;
SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O. 28 **Programa nacional**
de solos do brasil (PronaSolos). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 29 2016, 53 p.
(Documentos, 183).

30

31 PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F. da; SALTON, 32 J.
C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada do solo e atributos físicos e químicos do 33 solo
em sistema integrado lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, 34 n.10,
p.1310-1320, 2011.

35

36 ROSCOE, R.; MACHADO, P. L. O. de A.. **Fracionamento físico do solo em estudos** 37
da matéria orgânica. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Rio de Janeiro: Embrapa 38
Solos, 2002. 86p.

39

40 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. Teor e dinâmica do carbono no solo em 41
sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, 42
p.1349-1356, 2011.

43

44 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. 45
M.; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C.. **Matéria orgânica do solo na** 46
integração Lavoura-Pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa 47
Agropecuária Oeste, 2005. 62 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).

48

49 SANTOS V. A. C. **Respostas agronômicas e fisiológicas de *Brachiária brizantha* cv.** 50
Piatã em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. 2018. 89p. Tese

1 (Doutorado, Ciência Animal e Pastagens) USP/Escola Superior de Agricultura Luiz de 2
Queiroz, 2018.

3

4 SANTOS, M. V.; FERREIRA, E. E.; CRUZ, P. J. R.; RIBEIRO, V. H. V.; ALENCAR, 5 B.
T. B.; CABRAL, C. M.; FRANCINO, D. M. T.; ASPIAZÚ, I. Leaf anatomy of 6 'Marandu'
grass cultivated in plant arrangements in agrosilvopastoral systems. **Pesquisa 7**
agropecuária brasileira. v.53, n.12, p. 320-1328, 2018.

8

9 SEREIA, A. F. R.; ASMUS, G. L.; FABRICIO, A. C. Influência de diferentes sistemas 10
de produção sobre a população de *Rotylenchulus reniformis* (Linford & Oliveira, 1940) no 11
solo. **Nematologia Brasileira**, v.31, n.1, p. 42-45, 2007.

12

13 SILVA, R. F. da.; GUIMARÃES, M. F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M. 14

Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistemas de integração 15

lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1277-1283, 2011. 16

17 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p. 18

19 TEIXEIRA, F. A.; MARQUES, J. A.; SILVA, F. F.; E PIRES, A. J. V. Comportamento 20

ingestivo e padrão de deslocamento de bovinos em pastagens tropicais. **Archivos de 21**
Zootecnia, v. 59, p. 57-70, 2010.

22

23 VILLA NOVA, N. A.; DETOMINI, E. R.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; 24

PEDREIRA, C. G. S. Modelo de estimativa da produtividade de fitomassa seca de parte 25

aérea de *Cynodon nlemfuënsis* L. cv. Florico em função da radiação solar. **Pasturas 26**

Tropicais, v.25, n.3, p. 56-61, 2004.

1 **CAPÍTULO 3- AGREGAÇÃO E TEOR DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL EM 2**

LATOSSOLO VERMELHO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO 3

4

5

6 **RESUMO**

7

8

9 Foram avaliados agregação, estabilidade de agregados e teor de carbono orgânico total de

10 um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes 11

sistemas de manejo. Em experimento com cinco anos de implantação localizado na 12 unidade

de referência tecnológica (URT) da fazenda Copasul 1 em Naviraí, Mato Grosso 13 do Sul, o

solo foi amostrado na camada de 0 a 10, para determinação do tamanho médio 14 e da

estabilidade dos agregados em água e a seco. E nas camadas de 0 a 10 e 10 a 20 cm 15 foi

determinado o teor de carbono orgânico total. O delineamento experimental foi 16

inteiramente casualizado e as médias, com diferenças significativas, foram comparadas 17

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Nos sistemas com pastagens, seja de forma 18

isolada ou em rotação com lavouras, foi verificado maior volume de agregados, 19

constituindo agregados com tamanho superior a 0,25 mm. O sistema com pastagem 20

apresentou maior diâmetro médio ponderado via úmida e maior índice de estabilidade de 21

agregados. O índice de estratificação de carbono foi superior a um, não havendo perda de 22

carbono nos sistemas avaliados

23

24

25 **PALAVRAS-CHAVE:** sistemas integrados, estrutura do solo, carbono

1 ABSTRACT

2

3

4 Simple and complex agricultural systems including soybean crops, pastures and 5 trees under no-tillage and conventional planting were evaluated for soil aggregation, 6 aggregate stability and total soil organic carbon content. In an experiment with five years 7 of implementation located in the technological reference unit (URT) of the Copasul 1 8 farm in Naviraí, Mato Grosso do Sul, the soil was sampled in a layer from 0 to 10, to 9 determine the average size and stability of the aggregates in water and dry. And in the 10 layers from 0 to 10 and 10 to 20 cm, the total organic carbon content was determined. 11 The experimental design was completely randomized and the means, with significant 12 differences, were compared by Tukey test at 5% probability. In systems with pastures, 13 either alone or in rotation with crops, a greater volume of aggregates was verified, 14 constituting aggregates with a size larger than 0.25mm. The system with pasture had a 15 larger wet weighted average diameter and a higher aggregate stability index. The carbon 16 stratification index was greater than one, with no carbon loss in the evaluated systems

17

18 **KEYWORDS:** integrated systems, soil structure, carbon

35

1 1. INTRODUÇÃO

2

3 O solo é um sistema complexo e dinâmico e ações externas podem desencadear 4 processos de degradação. A maneira como a deterioração do sistema solo ocorre, depende 5 de vários fatores como relevo, clima, uso e manejo. Tais fatores agem em conjunto, e o 6 grau de importância e o desequilíbrio gerado a partir de cada fator varia de caso a caso. 7 (HERNANI & SALTON, 1998).

8 É um recurso não renovável dentro da escala de existência humana e de acordo 9 com a FAO (2015), um terço dos solos do planeta estão degradados ou em processo 10 avançado de degradação. Com isso, 0,3% da produção de alimentos é perdida anualmente 11 e caso esta situação não seja revertida, a redução total poderá ser de mais de 10% até 12 2050. Até lá, a população mundial deve chegar a 9,7 bilhões de pessoas e tendo em vista 13 que a área para cultivo no planeta é limitada (LAL, 2014), a busca por sistemas de 14 produção e/ou melhoria desses sistemas se faz constante e necessária de forma a conservar 15 o solo e assegurar a produção de alimentos.

16 Os sistemas conservacionistas de produção, tem se se mostrado como alternativa 17 para melhorar qualitativamente o solo e para reverter essa situação. Não apenas 18 conservam, mas recuperam áreas já degradadas com o passar dos anos (BALBINO *et al.*, 19 2011), proporcionando maior estabilidade estrutural. Ainda, aliado à manutenção dos 20 resíduos culturais na superfície do solo, têm proporcionado maior proteção contra o 21 impacto direto das gotas de chuva, favorecendo a infiltração e redução da perda de água 22 por escoamento

superficial (ROTH & VIEIRA, 1983).

23 Dentre os métodos conservacionistas, destacam-se os sistemas integrados que se 24
caracterizam por unir, numa mesma área, diferentes atividades visando maximizar o uso 25 da
terra e dos meios de produção, bem como diversificar a renda (GASPARINI *et al.*, 26 2017).
Como são vários os componentes envolvidos, as possibilidades de arranjo são 27 inúmeras e
os resultados também são variados.

28 A complexa dinâmica da agregação resulta da interação entre fatores ambientais, 29 de
manejo do solo, influência da planta e propriedades do solo, como composição 30 mineral,
textura, carbono orgânico do solo, processos pedogenéticos, atividade 31 microbiana,
capacidade de troca catiônica, reserva nutricional e disponibilidade de água, 32 sendo
frequentemente expressa em termos de estabilidade de agregados (BRONICK & 33 LAL,
2005).

36

1 Diante disso, este trabalho tem por objetivo verificar o efeito de sistemas de 2 manejo na
agregação de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média, após 3 cinco anos e
implantação em uma área anteriormente ocupada por pastagem em 4 degradação.

5

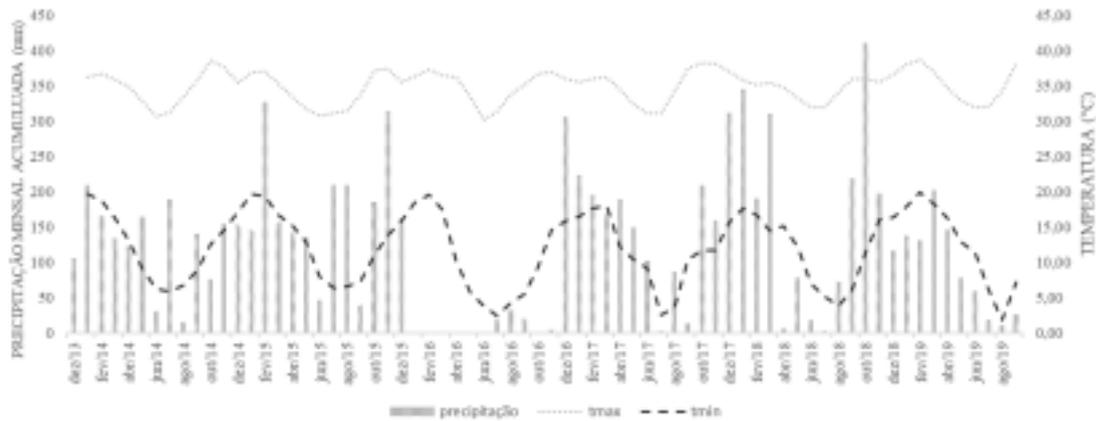
6 2. MATERIAL E MÉTODOS

7

8 As atividades foram conduzidas em área total de 27 ha na Unidade de Referência 9
Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste localizada Fazenda Copasul 1 em 10
Naviraí/MS, BR 163, km 143 (22°59'45.4"S 54°22'50.5"W), com altitude de 365 m. 11 A
região encontra-se dentro do Bioma Mata Atlântica com Clima *Am* (Peel et 12 al., 2007),
clima tropical monçônico, com precipitação anual média de 1400 mm e 13 temperatura média
de 22°C. O clima monçônico tende a ter estações secas menos 14 pronunciadas. Para a região
da área experimental, o período de maiores precipitação e 15 temperatura compreendem de
outubro a março, e o período mais seco e frio de abril a 16 setembro.

17 O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico de 18 textura
média com horizonte A moderado com relevo plano e suave ondulado 19 (POLIDORO *et al.*,
2016).

20 Na Figura 5 estão demonstrados os dados climáticos coletados pelo Instituto 21 Nacional
de Meteorologia (INMET), da região onde está localizada a URT-Fazenda 22 Copasul, durante
o período compreendido entre dezembro de 2013 a setembro de 2019. 23



24 **Figura 5.** Precipitação mensal acumulada, temperatura máxima e temperatura mínima da região onde está localizada a Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, entre dezembro de 2013 a agosto de 2019, Juti-MS.

37

1

2 A área experimental foi dividida, conforme figura 6, em plantio direto de soja 3 (SOJA PD), sistema convencional com monocultura de soja e preparo do solo com grades 4 (SOJA CV), integração lavoura pecuária com sucessão, a cada dois anos, intercalando 5 lavoura de soja em plantio direto e pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa 6 brizantha*) cv. Piatã (ILP A e ILP B), pastagem de capim piatã em pastejo contínuo (PP), 7 floresta de *Eucalyptus urophylla* espaçados 2x3m entre si (EUCALIPTO) e integração 8 lavoura pecuária floresta com sucessão, a cada dois anos, intercalando lavoura de soja em 9 plantio direto e pastagem de *Brachiaria brizantha* (Syn. *Urochloa brizantha*) cv. Piatã 10 (ILPF A e ILPF B).

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

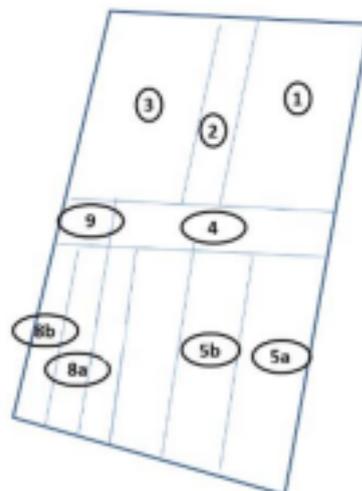


Figura 6. Croqui da área experimental implantada em 2014 da URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS. ILPF A (1); FLORESTA (2); ILPF B (3); PP-pastagem permanente (4); ILP A (5a); ILP B (5b); SOJA CV- convencional (8a); SOJA PD - plantio direto (8b); Referência (9).

24

25 Dos 26 hectares destinados ao experimento, 51.896,29 m² compreendiam a área 26 de ILPF

A²; 20.375,35 m² para EUCALIPTO; 52.001,26 m² sob ILPF B; 24.758,68 m² 27 para PP 39.232,67 m² sob ILP A; 31.737,89 m² para ILP B; 8 A compreendiam 16.378,90 28 m²; a área para 8 B incluíam 24.823,96m² e pastagem de referência continham 29 5.568,37m²;

30 O primeiro ciclo de cultivos se deu em 2014 com a preparação do solo e com 31 semeadura de aveia. Em junho de 2014, foi plantado eucalipto clone I144, adubado com 32 formulado NPK 6-24-10, na dose de 300 kg/ha. Em novembro de 2014 semeou-se soja, 33 cultivar BMX Potência.

38

1 Na Tabela 5 estão apresentadas as sequências dos cultivos durante os anos de 2 2014 a 2019. Anteriormente, a área era ocupada por pastagem sob pastejo contínuo em 3 processo de degradação. A pastagem referência (REF) é composta por braquiária 4 decumbens em declínio de produção de biomassa, presença de plantas daninhas rasteiras 5 e herbáceas e solo descoberto sem correção ou adubação. A área sob pastejo contínuo 6 (PP) é composta por B. brizantha cv. Piatã e o solo foi corrigido quando da instalação do 7 experimento.

8 Em 2019, a sequência de cultivo encontrava-se em: Integração Lavoura Pecuária 9 Floresta-fase lavoura (ILPF A), Integração Lavoura Pecuária Floresta-fase pecuária 10 (ILPF B), Pastagem permanente (PP), Integração Lavoura Pecuária- fase lavoura (ILP 11 A), Integração Lavoura Pecuária- fase pecuária (ILP B).

12 No segundo semestre de 2018, a taxa de lotação de animais estava inadequada 13 nas áreas que estavam em fase pecuária (ILPF B e ILP B), ocorrendo sobra de pastagem. 14 Após constatado, a lotação foi aumentada de 1,7 para 2,7 UA/ha e mantida até o final do 15 experimento em julho de 2019. Contudo, devido aos problemas anteriores, houve 16 acamamento do pasto, que aliado ao pisoteio e ao início do período de seca a partir de 17 abril de 2019 essas áreas não suportaram a carga animal. Com a lotação excessiva, 18 contatou-se o superpastejo das áreas observando-se solo exposto, agravando-se a situação 19 após geada ocorrida em 7 de julho de 2019.

20

Tabela 5. Sequência de cultivos no sistema de produção integrado ILPF, ILP, floresta de eucaliptos, pastagem permanente, soja em plantio direto, soja em plantio convencional e pastagem referência, durante os anos 2013 a 2019 na URT da Embrapa Agropecuária Oeste localizada em Naviraí-MS.

SISTEMA

2014 2015 2016 2017 2018 2019 2013

VERÃO INVERNO VERÃO INVERNO VERÃO INVERNO VERÃO INVERNO VERÃO INVERNO VERÃO
 INVERNO VERÃO ILPF A AVEIA SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ PIATÃ
 P P AVEIA

FLORESTA AVEIA

PIATÃ

FLORESTA
EUCALIPTO

ILPF B AVEIA SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD
PIATÃ PIATÃ

PASTO CONTÍNUO

ILP A AVEIA SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ PIATÃ
PIATÃ

ILP B AVEIA SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD
PIATÃ PIATÃ

SOJA PD AVEIA SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD M+PIATÃ SOJA PD
M+PIATÃ SOJA PD

SOJA CV AVEIA SOJA CV MILHO
SOJA CV

REF AVEIA

1

PASTO SEM CORREÇÃO

2 PD: plantio direto; M: milho; PP: pasto permanente; CV: plantio convencional; REF: pastagem referência.

40

1 Anteriormente à instalação do experimento, foi realizada análise do solo em 2 dezembro de 2013 (Tabela 6) e realizada calagem com 2 t/ha calcário dolomítico PRNT 3 de 100% e incorporado a 20 cm de profundidade. O gesso foi aplicado a lanço na dose de 4 t/ha, e adubação com 100 kg/ha de P₂O₅, 90 kg/ha de K₂O; 2,5 kg/ha de cobre; 2,0 kg/ha de manganês; 6,0 kg/ha de zinco e boro na dose de 1,5 kg/ha.

6

Tabela 6. Resultado de análise de solo nas profundidades de 0 -10, 10- 20 e 20- 30 cm da Unidade de Referência Tecnológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Naviraí-MS.

prof	pH	pH	Al	Ca	Mg	H+Al ₃	K	SB	T	CTC	m	V	P	MOS	areia	silte	argila
cm	H ₂ O	CaClO ₃	cmol _c .dm ⁻³							%		mg.dm ⁻³	g.kg ⁻¹				
0-10	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,3	0,1	1,0	4,3	1,2	18,4	23,7	1,0	12	805	36	159
10-20	5,2	4,4	0,2	0,7	0,4	3,7	0,2	1,2	4,9	1,4	12,6	25,5	1,0	14	775	40	185
20-30	5,2	4,4	0,2	0,6	0,3	3,6	0,1	1,0	4,6	1,2	19,4	22,0	0,9	12	778	34	188

7

8 Em abril de 2019, foram coletadas amostras de solo para a determinação da 9 estabilidade de agregados via seca, via úmida, índice de estabilidade de agregados (IEA) 10 e carbono orgânico total (COT).

11 Para tanto, foram abertas mini trincheiras em cada parcela e coletados blocos 12 indeformados de solo nas dimensões de 10x20x30 (Figura 7). Os monólitos foram 13 acondicionados em potes plásticos, e transportados para o laboratório de solos da 14 Embrapa Agropecuária Oeste em Dourados, MS.

15



A

18

19

20

21

22

23

24

25

26

Figura 7. Coleta de monólito de solo (A); dimensões da amostra coletada (B); amostra coletada (C).

26

1 A amostra foi então fracionada, de modo que transpassasse peneira de malha de 2 9,5mm,

conforme os limites de fraqueza, nas camadas 0 a 10 e 10 a vinte cm, sem que 3 ocorresse a mistura ou inversão das mesmas.

4 Para avaliação da estabilidade dos agregados na camada de 0 a 10, depois da 5 secagem ao ar, cada amostra foi homogeneizada e quarteada até a obtenção de 6 aproximadamente 50 g. Após, foram colocadas em agitador mecânico vibratório para 7 peneiramento a seco com conjunto de peneiras com aberturas de 4,76 mm, 2,00 mm, 1,00 mm; 0,50 mm, 0,25 mm, 0,105 mm e 0,053 mm, conforme metodologia de Salton *et al.* 9 (2012). Depois de peneiradas, as subamostras foram então pesadas e submetidas ao 10 peneiramento via úmida, ainda conforme metodologia sugerida por Salton *et al.* (2012). 11 Após a agitação em água, o material retido em cada peneira é transferido, com auxílio de 12 jatos de água, para latas, as quais são levadas à estufa a 105 °C para determinação da 13 massa seca de terra retida em cada peneira. O volume de água, juntamente com o material 14 inferior a 0,25 mm, é transposto a outro balde, através de um conjunto de peneiras com 15 abertura de 0,105 mm e 0,053 mm, sendo o material retido em cada peneira transferido 16 para latas, como as demais.

17 A partir dos peneiramentos via seca e via úmida, calculou-se o diâmetro médio 18 ponderado (DMP), conforme a equação proposta por Van Bavel (1949): ♦♦

19
$$\sum_{i=1}^n (w_i \cdot x_i) = 1$$

20 Onde, w_i = massa de cada classe em gramas; e x_i = diâmetro médio das classes 21 expressa em mm. A partir da relação dada por diâmetro médio ponderado em via úmida 22 (DMPu) e diâmetro médio ponderado em via seca (DMPs) obteve-se o índice de 23 estabilidade de agregados (IEA), de acordo com Silva & Mielniczuk (1997b):

24
$$IEA = \frac{DMP_u}{DMP_s}$$

25 Para avaliação carbono orgânico total (COT), das camadas 0 a 10cm e 10 a 26 20cm, as amostras foram maceradas e inseridas em analisador automático por combustão. 27 O índice de estratificação de carbono foi calculado através da divisão entre a 28 concentração de carbono da camada superficial pela concentração média de carbono das 29 camadas subsuperficiais de acordo com Franzluebbbers (2002):

30

$$IEC = \frac{COT_{superficial}}{COT_{media\ subsuperficial}}$$

31

32

1 Para análise estatística e apresentação dos resultados, o tratamento ILP foi 2 formado a

partir da das medias dos resultados de ILP A e ILP B, da mesma forma, o 3 tratamento ILPF foi constituído da média entre ILPF A e ILPF B. Constatada distribuição 4 normal e homogeneidade das variâncias, foram realizadas análises de variância 5 (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade com 6 auxílio do software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2016).

7 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

8

9 Os tamanhos dos agregados são influenciados pelos sistemas de manejo do solo 10 em sua distribuição na camada de 0 – 10 cm de profundidade, como demonstrado na 11 Tabela 7, distribuídos em sete classes de tamanho de agregados estáveis em água. 12 Tal fato fica evidente na classe >4,75 mm, o sistema PP apresentou 49,62% de 13 massa. Ao inverso disso, soja convencional (SOJA CV) apresentou a maior porcentagem 14 de agregados menores que 0,106 mm. Ainda, foi observado que os sistemas com 15 pastagens apresentaram maior proporção do solo com macroagregados maiores que 2 16 mm.

17 É evidente o efeito das pastagens em aumentar a quantidade de massa de solo 18 em macroagregados. O uso de braquiária, além de propiciar boa cobertura no solo, 19 diminui o impacto das gotas de chuva, mantendo o solo mais uniforme e úmido, além de 20 propiciar melhor desenvolvimento do sistema radicular e um ambiente mais favorável à 21 agregação do solo em comparação a sistemas sem a gramínea (LOSS *et al.*,2011).

22 Corroborando com resultados encontrados por Salton *et al.* (2008) que ao avaliar 23 diferentes sistemas de manejo, verificaram que a massa de solo organizada em 24 macroagregados maiores que 2 mm nos sistemas com pastagens atingiu valores 25 superiores a 55%, já os sistemas de manejo apenas com lavouras, tanto em plantio 26 convencional, como em plantio direto, apresentaram a maior quantidade da massa do solo 27 organizada na classe de microagregados menores que 0,25 mm.

1 **Tabela 7.** Distribuição relativa em porcentagem da massa de um Latossolo de Naviraí, MS, quanto ao tamanho dos agregados estáveis em água 2 da camada 0-20 cm submetido a sistemas de manejo durante 5 anos.

ILPF EUCALIPTO PP ILP SOJA PD SOJA CV REF CV

mm %

>4,75	34,95 b	29,19 b	49,62 a	34,78 b	32,53 b	28,95 b	31,40 b	18,05	² a 4,75	11,52 ns	11,27 ns
12,18 ns	11,01 ns	11,22 ns	10,95 ns	11,72 ns	12,44	¹ a 2	4,63 abc	5,16 a	4,20 bc	4,64 abc	4,03 c
5,07 ab	3,99 c	10,92	^{0,5} a 1	4,29 cd	5,17 ab	3,99 d	4,25 d	4,77 ab	3,86 d	5,54 a	5,97 ^{0,25} a
^{0,5}	22,66 a	23,63 a	14,68 b	23,26 a	24,20 a	26,32 a	23,45 a	15,06	^{0,106} a 0,25	18,93 c	20,87 a

12,44 d 18,56 c 18,85 c 19,41 bc 20,40 ab 3,59^{0,053} a 0,106^{0,106} 3,37 b 4,02 ab 2,88 b 3,32 b
4,36 ab 5,42 a 3,45 b 22,00

3 Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade;

4 Integração Lavoura Pecuária Floresta-fase lavoura (ILPF, Floresta de eucalipto (EUCALIPTO), Pastagem permanente (PP), Integração Lavoura Pecuária- (ILP), Soja em plantio 5 direto (SOJA PD), Soja em cultivo convencional (SOJA CV) e Pastagem referência (REF).

43 

44

1 Mesmo sem diferir significativamente, os sistemas de cultivo convencional 2 (SOJA CV) e plantio direto (SOJA PD), SOJA PD apresentou maior porcentagem de 3 agregados nas classes maiores que 4,75 mm (32,53%) quando comparados a SOJA CV 4 (28,95%). Segundo Corrêa (2002), o plantio sobre palhada impede o declínio da 5 qualidade estrutural do solo e promove a recuperação de áreas degradadas.

6 O frequente revolvimento do solo em cultivo convencional afeta a densidade do 7 solo, compactando-o que acaba diminuindo a aeração do solo, a atividade biológica e 8 consequentemente a oxidação da matéria orgânica o que leva a menor resistência das 9 estruturas formadas no solo (BRADY & WEIL, 1999; BEUTLER & CENTURION, 15 10 2004; BEUTLER et al. 2005).

11 O menor incremento de matéria orgânica (EUCALIPTO), aliado ao 12 revolvimento continuado do solo em SOJA CV acarretaram os maiores valores de na 13 classe estrutural menor que 0,106 mm.

14 Na Tabela 8, o Diâmetro Médio Ponderado (DMP) permite observar o efeito dos 15 sistemas de manejo quanto sua organização estrutural tanto por via seca como úmida 16 durante o período de cinco anos. Foram observadas diferenças estatísticas tanto para 17 diâmetro médio ponderado via seca (DMPs) como em via úmida (DMPu), sendo que nas 18 amostras de cada sistema, a DMPs apresentou valores variando de 4,41 mm (PP) a 19 3,01mm (REF). E as amostras submetidas a peneiragem via úmida tiveram o diâmetro 20 variando de 4,13mm (PP) a 2,71mm (EUCALIPTO).

21 Nota-se que o sistema de pastagem permanente apresentou os maiores diâmetros 22 tanto

no peneiramento via seca quando via úmida. Em ambos, os demais tratamentos não 23
diferiram significativamente entre si.

24 A agregação do solo é favorecida devido à grande atividade do sistema radicular 25 das
pastagens em geral (SILVA & MIELNICZUK, 1997a; SILVA et al., 1998; LIU et 26 al.,
2005). Sua alta relação C/N, oferece não só maior agregação e estabilidade de seus 27
agregados (SILVA et al. 2019), como também o aporte de C ao solo (FERREIRA et al., 28
2010).

29

45

1 **Tabela 8.** Diâmetro médio ponderado (DMP) e índice de estabilidade de agregados (IEA) 2
de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura média submetido a diferentes 3
sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.

SISTEMA		<u>DMP IEA VIA SECA VIA ÚMIDA %</u>	
		ILPF	3,58 ab 3,16 b 88,20 c
EUCALIPTO	3,08 b 2,71 b 87,87 c	PP	4,41 a 4,13 a 93,51 b
		ILP	3,30 b 3,08 b 93,62 b
SOJA PD	3,31 b 2,92 b 88,58 c	SOJA CV	3,24 b 2,68 b 82,35 d REF
			<u>3,01 b 2,87 b 95,48 a</u>
		CV (%)	<u>12,77 14,78 0,87</u>

4 Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de 5
probabilidade;

6 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), Floresta de eucalipto (EUCALIPTO), Pastagem permanente 7
(PP), Integração Lavoura Pecuária (ILP), Soja em plantio direto (SOJA PD), Soja em cultivo convencional 8
(SOJA CV) e Pastagem referência (REF).

9

10 Também na Tabela 8, foi calculado o Índice de estabilidade de agregados (IEA), 11 para os
sistemas de manejo durante cinco anos. Como observado, A pastagem referência 12 (REF)
apresentou a maior estabilidade de agregados com 95,48%. Os sistemas PP e ILP 13 tiveram o
segundo maior índice, com valores 93,51% e 93,62%, respectivamente. seguido 14 pelos
sistemas de ILPF, EUCALIPTO e SOJA PD. Pode-se inferir que essa maior 15 estabilidade
encontrada em REF se dá pelos vários anos consecutivos sem revolvimento 16 do solo.

17 Tem-se que áreas com pastagem possuem agregados mais estáveis do que áreas 18 de
integração em plantio direto devido ao sistema radicular mais abundante (SALTON et 19 al.,
2008). Ao comparar diferentes sistemas de manejo, Beutler et al. (2016) encontram 20
agregados mais estáveis em área com pastagem em monocultivo por 15 anos, superando 21
área conduzida em integração lavoura pecuária de 13 anos.

22 De acordo com Salton et al. (2008) os solos que apresentam maior agregação 23 podem ser
considerados em estado de ordem, superior ao de solos de menor agregação. 24 A ocorrência
de fluxos de energia reduzidos resulta em nível de organização baixo, em 25 que a estrutura do

solo com predomínio de microagregados. Por este motivo, o tempo de 26 implantação dos sistemas ILP e ILPF pode ter sido insuficiente para que houvesse 27 formação de agregados estáveis em água de maior diâmetro, em comparação a pastagem 28 de referência, apresentando baixo fluxo energético e predomínio de microagregados.

46

1 Levinski-Huf & Klein (2018) constataram que a presença do componente 2 florestal melhorou a agregação do Latossolo Vermelho cinco anos após a implantação do 3 sistema ILPF em comparação ao ILP, com variações positivas no peso médio de 4 agregados, diâmetros médios geométricos e porcentagem de macroagregados, porém no 5 presente trabalho não foram encontradas diferenças estatísticas entre esses sistemas.

6 O sistema convencional apresentou o menor índice de estabilidade tanto entre os 7 sistemas de cultivo da soja quanto em relação aos demais sistemas, sendo que apenas 8 82,35% dos agregados permaneceram inteiros após serem peneirados. O sistema de 9 manejo adotado tem influência sobre a organização dos agregados, podendo acarretar da 10 desorganização das estruturas, principalmente em sistemas com maior intensidade de 11 distúrbio do solo como o cultivo convencional (BROWN et al. 2018). 12 É também encontrado nas gramíneas maior relação C/N, conferem maior 13 estabilidade de agregado em comparação as espécies leguminosas, o carbono fornecido, 14 é constituinte dos agentes cimentantes e está ligado a maior atividade biológica do solo 15 (SILVA et al., 2019; HAYNES & BEARE, 1997; BRONICK & LAL, 2005). 16 Na tabela 9, que avalia o Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho 17 Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo, verifica-se 18 que o pasto permanente apresentou o maior valor de COT nas camadas 0 a 10 e 10 a 20 19 cm, diferindo estatisticamente de REF na camada de 0 a 10 cm. Quando a forrageira entra 20 em processo de degradação, seu sistema radicular é afetado. De modo que, a redução da 21 matéria seca das raízes é geralmente proporcional à perda de parte aérea (CARVALHO 22 et al., 2017). As pastagens são muito eficazes em acumular carbono ao solo, que pode ser 23 potencializado com a adubação da pastagem (SHUNKE, 2000) e o manejo adequado 24 (SALTON et al., 2005).

25 Os sistemas de manejo ocasionaram maiores efeitos no teor de COT na camada 26 mais superficial do solo (0 a 10 cm). Resultados semelhantes são encontrados na 27 literatura, onde as maiores concentrações de carbono são encontradas nas camadas 28 superficiais sofrendo redução com a profundidade (KATO et al., 2010; MATOSO et al. 29 2012; ROSSI et al., 2012; SILVA et al., 2016).

30 Não foram encontradas diferenças estatísticas entre ILPF e ILP no presente 31 estudo após cinco anos de implantação. Contudo, segundo a dados fornecidos pela Rede 32 ILPF (2007) a

intensificação de sistemas produtivos com inclusão de árvores, aumenta 33 20 % o estoque de carbono do solo em relação ao sistema agropastoril.

47

1 **Tabela 9.** Carbono orgânico total de um Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura 2 média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 anos. Naviraí, MS.

	<u>0-10</u>	<u>10-20</u>
COT (%)		
ILPF	1,06 ab	0,76 ^{ns}
EUCALIPTO	0,93 b	0,74 ^{ns}
PP	1,26 a	0,81 ^{ns}
ILP	0,96 b	0,69 ^{ns}
SOJA PD	1,05 b	0,72 ^{ns}
SOJA CV	1,09 ab	0,76 ^{ns}
<u>REF</u>	<u>0,97 b</u>	<u>0,74^{ns}</u>
CV (%)	<u>11,19</u>	<u>11,22</u>

3 Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de 4 probabilidade;

5 Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), floresta de eucalipto (EUCALIPTO), pastagem permanente 6 (PP), Integração Lavoura Pecuária (ILP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja em cultivo convencional 7 (SOJA CV) e pastagem referência (REF).

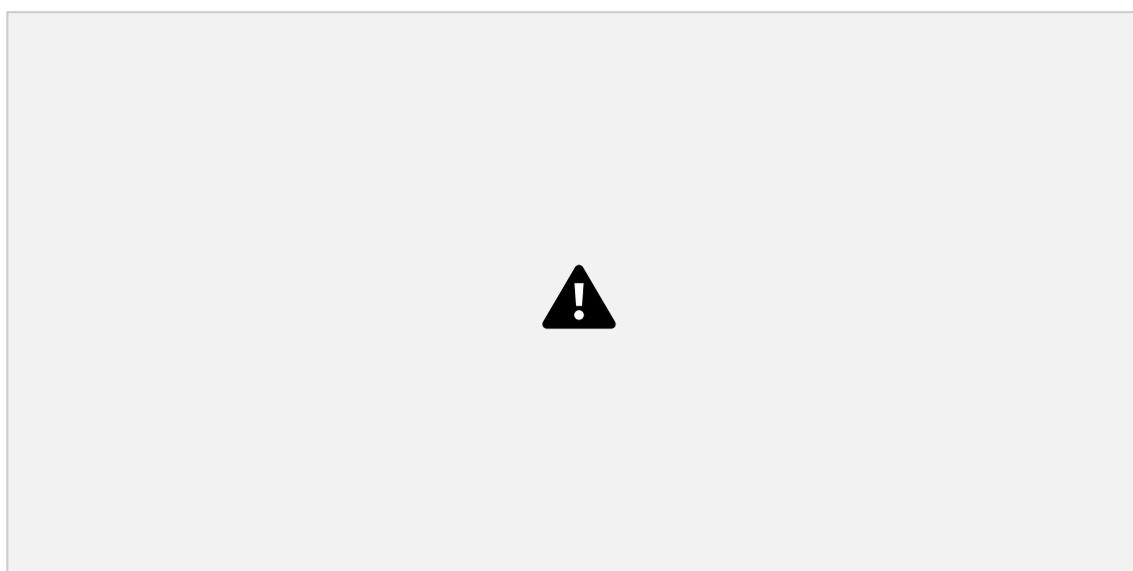
8

9 Ainda, tem-se que para DMPu e COT, as áreas sob ILPF e ILP não diferiram 10 estatisticamente do cultivo convencional de soja e da pastagem em degradação. Isso pode 11 ser explicado pelo fato de que a áreas que compreendem ILPF B e ILP B, estavam na fase 12 pecuária, , a forrageira entrou em processo de degradação durante o ciclo de 2 anos, 13 devido ao super pastejo ocorrido (Tabelas 8 e 9).

14 Quando o porte dos animais e/ou a intensidade de pastejo são superiores a 15 capacidade de produção da forrageira, ocorre o super pastejo, que é um dos principais 16 agentes causadores da degradação da forragem. Pois em virtude da taxa de lotação 17 inadequada, o super pastejo reduz o vigor das plantas e sua capacidade de rebrota 18 (SANTOS *et al.*, 2011). Segundo Zanine & Santos (2004), com a intensidade pastejo 19 superior ao que seria adequado, a forragem fica cada vez mais próxima do solo, o que 20 compromete a realização da fotossíntese, uma vez que a quantidade de material vegetal 21 para captação de luz fica reduzido, acarretando escassez de reservas das plantas (IRVING, 22 2015; CHAPMAN, 2016) o que pode resultar na morte das plantas forrageiras com o 23 passar do tempo.

24 A duração do período de recuperação das plantas forrageiras após desfolha é um 25 dos fatores de manejo que afetam a produtividade e a persistência do pasto (CARVALHO 26 *et al.*, 2017). Segundo Chapman (2016), desfolhações intensas resultaram em intervalos 27 de rebrota maiores, o que pode reduzir a produção total de forragem. Ainda, utilização do 28 pasto além da capacidade de suporte no período de estiagem contribui para acelerar o 29

1 Quando a forrageira entra em processo de degradação, seu sistema radicular é 2 afetado. De modo que com o superpastejo, a redução da matéria seca das raízes é 3 geralmente proporcional à intensidade de desfolha e os efeitos mais significativos sobre 4 o sistema radicular ocorrem na primeira semana após o corte ou pastejo (CARVALHO *et al.*, 2017). 6 Na Figura 8, está apresentado o índice de estratificação de carbono (IEC). De 7 acordo com Franzluebbbers (2002), índices maiores que 2 denotam melhor qualidade do 8 solo e maior estoque de carbono no solo. Os resultados do presente trabalho, não 9 apresentaram diferenças estatísticas entre si, não havendo diferenças entre os sistemas de 10 manejo do solo, com IEC médio inferior a 2. Contudo, todos sistemas apresentaram IEC 11 superior a 1, ou seja, não está ocorrendo perda de carbono do solo nos sistemas. Pode-se 12 inferir que o tempo de condução do experimento não foi suficiente evidenciar diferenças 13 entre os sistemas de manejo. Em experimento conduzido durante 19 anos, Salton *et al.* 14 (2014) encontraram diferenças significativas, de modo que, o IEC aumenta de acordo 15 com a ordem: cultivo convencional < plantio direto < ILP < pastagem permanente. 16 De acordo com Franzluebbbers (2002) e Sá & Lal (2009), valores de IEC mais 17 elevados indicam uma alta razão de estratificação do carbono do solo, o que contribui 18 para o armazenamento de carbono em camadas mais profundas. 19 O maior valor de IEC na área de PP, ILP e ILPF em relação a pastagem de 20 referência (Figura 8), se deve à entrada constante de matéria orgânica na superfície do 21 solo, o que faz com que o teor de COT da primeira camada seja maior em relação às 10 a 22 20 cm.



1 **Figura 8.** Figura 8. Índice de estratificação de carbono (IEC) de um Latossolo Vermelho 3 Distrófico típico de textura média submetido a diferentes sistemas de manejo durante 5 4

anos. Naviraí, MS. Pastagem permanente (PP), soja em plantio direto (SOJA PD), soja 5 em cultivo convencional (SOJA CV), Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), Integração Lavoura Pecuária (ILP), pastagem referência (REF).^{ns} 6 não significativo a 5% 7 de probabilidade pelo teste de Tukey

8

9 4. CONCLUSÕES

10

11 O sistema de manejo interfere na agregação do solo na camada 0 a 10 cm. 12 A agregação do solo sob sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta é muito 13 sensível ao manejo, de modo que o superpastejo afetou a disponibilidade de matéria 14 orgânica, o que diminui o diâmetro dos agregados.

15 Os sistemas ILPF e ILP incrementam carbono orgânico no estrato subsuperficial 16 do solo quando em comparação à pastagem degradada.

17 REFERÊNCIAS

18

19 BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; MARTÍNEZ, G. B. Contribuições dos 20 Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) para uma Agricultura de Baixa 21 Emissão de Carbono. **Revista Brasileira de Geografia Física, Brasília**. v.4, n.61, 22 p.1014-1026, 2011.

23

50

1 BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Compactação do solo no desenvolvimento 2 radicular e na produtividade de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.6, p. 3 581-588, 2004.

4

5 BEUTLER A. N.; CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ANDRIOLI, I. Efeito da 6 compactação do solo na estabilidade de agregados e no conteúdo gravimétrico de água. 7 **Acta Scientiarum**. v.27, n.2, p.193-198, 2005.

8

9 BEUTLER S. J.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; PERIN, A.; SILVA, C. F. da. Edaphic 10 attributes of a crop-livestock system in the Cerrado Biome. **Revista Caatinga**. v.29, n.4, 11 p.892-900, 2016.

12

13 BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The nature and properties of soils**. 12 ed. New Jersey: 14 Prentice Hall. 152-200, 1999

15

16 BRONICK, C. J., LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**. v.124, 17 n. 1-2, p. 3-22, 2005.

18

19 BROWN V.; BARBOSA, F. T.; BERTOL, I.; MAFRA, A. L.; MUZEKA, L. M. Efeitos 20 no solo e nas culturas após vinte anos de cultivo convencional e semeadura direta. **Revista** 21

Brasileira de Ciências Agrárias. v.13, n.1, 7p., 2018.

22

23 CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇALVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. 24
Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de 25
recuperação: Revisão. **PubVet.** v.11, n.10, p.1036-1045, 2017.

26

27 CHAPMAN, D. F. Using ecophysiology to improve farm efficiency: application in 28
temperate dairy grazing systems. **Agriculture.** v.6, n.2, p.17-36, 2016. 29

30 CORRÊA, J. C. Efeito de Sistema de cultivo na estabilidade de agregados de um 31
Latosolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 32
Brasília, v. 37, n.2, p. 203-209, 2002.

33

34 FAO. **Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report.** Food and 35
Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel 36 on
Soils, Rome, Italy. 2015.

37

38 FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de 39
manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias.** v.31, 40
n.4, p. 913-932, 2010.

41 FRANZLUEBBERS A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil 42
quality. **Soil and Tillage Research,** v. 66, p. 95–106, 2002.

43

44 GASPARINI, L. V. L.; COSTA, T. S.; HUNGARO, O. A. L.; SZNITOWSKI, A. M.; 45
VIEIRA FILHO, J. E. R. **Sistemas integrados de produção agropecuária e inovação 46 em
gestão: estudos de casos no mato grosso.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 47 - Rio
de Janeiro: Ipea, 2017

48

51

1 HAYNES, R. J.; BEARE, M. H. Influence of six crop species on aggregate stability and 2
some labile organic matter fractions. **Soil Biology and Biochemistry.** v.29, n.11, p.1647- 3
1653, 1997.

4

5 HERNANI, L. C.; SALTON, J. C. Conceitos. In: SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; 6
FONTES, C. Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde.** 7
Brasília: EMBRAPA-SPI; Dourados: EMBRAPA-CPAO, 15-20, 1998 8

9 IRVING, J. Carbon assimilation, biomass partitioning and productivity in grasses. 10

Agriculture. v.5, n.4, p.1116-1134, 2015.

11

12 KATO, E.; RAMOS, M. L. G.; VIEIRA, D. F. A.; MEIRA, A. D.; MOURÃO, V. C. 13
Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Latossolo VermelhoAmarelo do 14
cerrado, sob diferentes coberturas vegetais. **Bioscience Journal.** v.26, n.5, p.732-738, 15
2010.

16

17 LAL, R. Soil conservation and ecosystem services. **International Soil and Water 18
Conservation Research,** v.3, n.1, p.36-47, 2014.

19

20 LEVINSKI-HUF, F.; KLEIN, V. A. Organic matter and physical properties of a Red 21
Latosol under an integrated crop-livestock-forestry system. **Pesquisa Agropecuária 22
Tropical.** v.48, n.3, p.316-322, 2018.

23

24 LIU, A.; MA, B. L.; BOMKE, A. A. Effects of cover crops on soil aggregate stability, 25

total organic carbon, and polysaccharides. **Soil Science Society of America Journal**. 26 v.69, n.2, p.2041-2048, 2005.

27

28 LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMOO, S. G.; PERIN, A.; ANJOS, L. H. C. dos. 29 Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração 30 Lavoura-Pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.46, n.1, p.1269-1276, 2011. 31

32 MATOSO S. C. G.; SILVA, A. N. da; FIORELLI-PEREIRA, E. C.; COLLETA, Q. P.; 33 MAIA, E. Frações de carbono e nitrogênio de um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico 34 sob diferentes usos na Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v.42, n.1, p.231-240, 2012. 35

36 PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the 37 KöppenGeiger. **Hydrology and Earth System Sciences**, vol. 4, n.2, pp. 439-473, 2007 38

39 POLIDORO, J. C.; SANTOS, M. L. M.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; 40 CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P. E. F. da; CARVALHO JÚNIOR, W. de; 41 ARAÚJO FILHO, J. C. de; CURCIO, G. R.; CORREIRA, J. R.; MARTINS, E. S.; 42 SPERA, S. T.; OLIVEIRA, S. R. M.; BOLFE, E. L.; MANZATTO, C. V.; TÔSTO, S. 43 G.; VENTIURIERI, A.; SÁ, I. B.; OLIVEIRA, V. A. de; SHINZATO, E.; ANJOS, L. H. 44 C. dos; VALLADARES, G. S.; RIBEIRO, J. L.; MEDEIROS, P. S. C. de; MOREIRA, 45 F. M. S.; SILVA, L. S. L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M. L. D.; DART, R. O. 46 **Programa nacional de solos do brasil (PronaSolos)**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 47 2016, 53 p. (Documentos, 183).

48

49 R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2016. R: A Language and Environment for 50 Statistical Computing.

52

1

2 ROSSI, C. Q.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; BETTA, M.; POLIDORO, J. C. 3 Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em Latossolo Vermelho sob 4 plantio de soja no cerrado goiano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v.7, n.1, 5 p.233-241, 2012.

6

7 ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, v.1, 1983. 8

9 SÁ, J. C. M.; LAL, R. Stratification ratio of soil organic matter pools as an indicator of 10 carbon sequestration in a tillage chronosequence on a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage 11 Research**, v.103, p46-56, 2009.

12

13 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER C.; CARVALHO, A.; MACEDO, F. M. C. 14 M; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C. Matéria Orgânica do Solo na 15 Integração Lavoura-Pecuária em Mato Grosso do Sul. Dourados. Embrapa Agropecuaria 16 Oeste; 2005.58p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 29).

17

18 SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; 19 FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de 20 agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira 21 de Ciência do Solo**. v.32, n.1, p.11-21, 2008.

22

23 SALTON, J. C.; SILVA, W. M.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C. **Determinação da 24 agregação do solo – metodologia em uso na Embrapa Agropecuária Oeste**. Dourados: 25 Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. 8 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado 26 técnico, 184).

27

28 SALTON, J.C.; MERCANTE, F.M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J.A.; CONCENÇO, G.; 29 SILVA, W.M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: Toward 30 a

sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.190: p70- 31 79, 2014

32

33 SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M. da; BRAZ, T. G. S.; SILVA, S. P. da.; GOMES, 34 V. M.; SILVA, G. P. Morphogenic and structural characteristics of tillers on areas with 35 signalgrass pasture varying on height. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.535-542, 36 2011.

37

38 SHUNKE, R. M. Alternativas de manejo de pastagem para melhor aproveitamento do 39 nitrogênio do solo. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE 40 SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. 41 Anais... Dourados: Embrapa Agropecuaria Oeste; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 42 2000. p.125-140. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 26; Embrapa 43 Agrobiologia. Documentos, 128).

44

45 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de planta na formação e 46 estabilização de agregados do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, n.1, 47 p.113-117, 1997a.

48

49 SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo 50 uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.21, n.2, p.313- 319, 1997b.

53

1

2 SILVA, M. L. N.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. de; MARQUES, J. J. 3 G. S. M.; CARVALHO, A. M. de. Estabilidade e resistência de agregados de um 4 Latossolo Vermelho- Escuro cultivado com sucessão milho-adubo verde. **Pesquisa 5 Agropecuária Brasileira**. v.33, n.1, p. 97-103, 1998.

6

7 SILVA, M. C.; SANTOS, M. V. F. dos; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; LIRA, M. A.; 8 SANTANA, D. F. Y.; FARIAS, I.; SANTOS, V. F. dos. Avaliação de métodos para 9 recuperação de pastagens de braquiária no agreste de Pernambuco: Aspectos 10 quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1999-2006, 2004. 11

12 SILVA, A. R.; SALES, A.; VELOSO, C. A. C. Atributos físicos e disponibilidade de 13 carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), 14 Homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará, Brasil. **Revista Agropecuária Técnica**. v.37, 15 n.1, p.96-104, 2016.

16

17 SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P. de; TAVARES, D. D.; NÓBREGA, C. C. da; 18 AMARAL, A. J. do. Water availability in a planosol under integrated crop-livestock 19 forestry system in the agreste region of paraiba, brazil. **Revista Caatinga**. v.32, n.2, p. 20 449-457, 2019.

21

22 VAN BAVEL, C. H. M. Mean weight diameter of soil aggregates as a statistical index of 23 aggregation. **Soil Science Society of America Proceedings**. v.14, n.1, p.20-23, 1949.