

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

AGRONOMIA

**ATIVIDADE MICROBIANA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

**ADAMA GNING
NATALIA ESQUIVEL CARVALHO**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2018**

ATIVIDADE MICROBIANA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Adama Gning
Natalia Esquivel

Orientadora: PROFA. ELAINE REIS PINHEIRO LOURENTE

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados,
como parte dos requisitos do Curso de
Agronomia, para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2018

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela vida e por ter permitido que tudo isso acontecesse. A nossos familiares por todo apoio e incentivo ao longo da nossa jornada acadêmica.

Agradecemos a nossa professora e orientadora que nos proporcionou conhecimento neste processo de formação profissional e pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para o final deste ciclo.

SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1.SISTEMAS CONSERVACIONISTAS.....	4
2.1.1Integração Lavoura Pecuária.....	4
▪ Sistema São Mateus.....	5
▪ Sistema Barreirão.....	6
▪ Sistema Santa Fé.....	7
▪ Sistema Plantio Direto.....	7
▪ Atributos microbiológicos.....	8
3.MATERIAL E METODOS.....	9
▪ Análise microbiológica.....	10
▪ Cobertura do solo.....	11
▪ Análise estatística dos dados.....	11
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5.CONCLUSÃO.....	17
6. REFERENCIAS.....	20

Resumo

A biomassa microbiana do solo (BMS) é a parte viva da matéria orgânica, responsável pelos processos bioquímicos e biológicos no solo, sendo sensivelmente alterada pelas condições impostas pelo ambiente, constituindo-se, por este motivo, um sensível indicador de qualidade do solo, em que qualquer estresse no sistema afetará a densidade, diversidade e a atividade das populações microbianas do solo. Este estudo objetivou-se avaliar a qualidade dos sistemas de manejo por meio da biomassa microbiana e derivados. A pesquisa foi realizada em novembro de 2018, no município de Dourados, localizado no Estado de Mato Grosso do Sul. O estudo se deu em uma propriedade rural particular, explorada comercialmente. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico. Avaliou-se na profundidade 0-10 cm em áreas Integração Lavoura-Pecuária na fase lavoura (ILPL), Integração lavoura-Pecuária na fase pastagem (ILPp), Sistema de Plantio direto, Pastagem Permanente (PP), vegetação nativa (VN), sem alterações antrópicas, foi utilizada com padrão comparativo como ecossistema de equilíbrio e a quantidade de palhada dos mesmos.

Os sistemas de manejo intensivos bem como o sistema de plantio direto apresentam adequada qualidade microbiológica.

As forrageiras utilizadas nos sistemas (ILPL) e (ILPp), fizeram que esses sistemas apresentarem quantidade de palhada semelhante, mais próximo a da vegetação

Palavras-chave: Biomassa microbiana, Qualidade do solo, sistema de manejo

Abstract

The microbial biomass (BMS) is the living part of the organic material responsible for the biochemical and biological processes in the soil, being substantially changed by the conditions imposed by the environment, constituting, therefore, a sensitive indicator of soil quality, where any stress in the system will affect the density, diversity and activity of microbial populations of the soil. This study aimed to evaluate the quality of management systems by means of microbial biomass and derivatives. The survey was conducted in November 2018 in the city of Dourados, located in the State of Mato Grosso do Sul. The study took place in a private country estate, commercially exploited. The soil of the experimental area is classified Oxisol. tillage system, Permanent pasture (PP), native vegetation (VN), with no environmental disruption, was used as comparative pattern to balance the ecosystem and the amount of straw thereof. Intensive management systems as well as the no - tillage system present adequate microbiological quality.

The forages used in the systems integrating Cropland under grazing and Integration Plowing under grazing, caused that these systems present similar amount of straw, closer to the vegetation

Key words: Microbial biomass, soil quality, management system.

Résumé

La biomasse microbienne (BMS) est la partie vivante de la matière organique responsable des processus biochimiques et biologiques dans le sol, étant sensiblement modifiée par les conditions imposées par l'environnement, ce qui constitue, par conséquent, un indicateur sensible de la qualité du sol, où tout stress dans le système aura une incidence sur la densité, la diversité et l'activité des populations microbiennes du sol. Cette étude visait à évaluer la qualité des systèmes de gestion à travers la biomasse microbienne et dérivés. La recherche a été menée en Novembre 2018 à la ville de Dourados, située dans l'État de Mato Grosso do Sul. L'étude a eu lieu dans une propriété rural privée, exploitée commercialement. Le sol de la zone expérimentale est classée comme Oxisol. Il a été évalué à une profondeur 0-10 cm dans des zones intégrant du bétail-élevage en phase de culture (ILPL), intégration culture-bétail en phase de pâturage (ILPp), système de plantation directe (SPD), pâturage permanent (PP), végétation native (VN), l'environnement en équilibre, a été utilisé comme modèle comparatif et la quantité de matière sèche dans les mêmes. Les systèmes de gestion intensive, ainsi que le système de semis direct, présentent une qualité microbiologique adéquate. Les fourrages utilisés dans les systèmes intégrant les terres cultivées en pâturage et le labour en intégration font que ces systèmes présentent une quantité de matière organique similaire, plus proche de la végétation native.

Mots-clés: biomasse microbienne, qualité du sol, système de gestion.

1. INTRODUÇÃO

A região do Cerrado tem a segunda maior diversidade do planeta, superado apenas pela Amazônia. Esta região é amplamente explorada com agricultura apesar dos solos com baixa fertilidade e acidez elevada (SOUZA E LOBATO, 2004). Neste contexto, as boas práticas agrícolas e a preservação de áreas naturais são importantes para manejo e conservação da biodiversidade deste bioma (EMBRAPA, 2012).

Cerca de 60% do território do Mato Grosso do Sul é ocupado por área de Cerrado, onde as temperaturas e os índices pluviométricos elevados favorecem a decomposição dos resíduos culturais (SILVA, E. F. D. et al 2011). Uma das alternativas de manutenção da matéria orgânica do solo é a utilização de plantas de cobertura, com elevada produção de resíduos e que apresentem maior tempo de meia vida, o que resulta em menor velocidade de decomposição e mantém os resíduos vegetais sobre o solo por maior tempo (CERETTA et al., 2002; ROSSI, 2009). Dentre as possibilidades de manejar o solo para produção agrícola, despertou-se a preocupação em identificar o manejo mais sustentável, neste sentido, o sistema de integração lavoura-pecuária vem ganhando impulso pelo seu objetivo de maximizar o uso da terra (LANZANOVA.,2005; MARCHÃO et al., 2007; SALTON et al., 2011).

O sistema integração lavoura-pecuária (ILP) pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambos. Possibilita, como uma das principais vantagens, que o solo seja explorado economicamente durante todo o ano ou, pelo menos, na maior parte dele, favorecendo o aumento na oferta de grãos, de carne e de leite a um custo mais baixo, devido ao sinergismo que se cria entre a lavoura e a pastagem (ALVARENGA, et al., 2005).

As vantagens do sistema de integração de lavouras produtoras de grãos e pastagens cultivadas são várias, tais as melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Com a rotação lavoura-pastagem, evita-se a monocultura, eliminam-se camadas superficiais compactadas pelo pisoteio bovino, bem como, se incorporam resíduos animais (esterco e urina) que são ricos em nutrientes, raízes e palhadas de grãos

e forrageiras, estimulando-se a vida do solo pelo incremento de material orgânico (LANZANOVA, et al., 2005).

Outro aspecto relevante, é que a intensificação do uso do solo por meio das atividades agrícola e pecuária em uma mesma área pode possibilitar a diminuição da pressão da abertura de novas áreas que, conseqüentemente, podem ter sua biodiversidade conservada (Galharte e Crestana, 2010).

Outro sistema utilizado, na tentativa de tornar os sistemas agrícolas mais sustentáveis, com conservação do meio ambiente e com incremento nos teores de carbono, nas últimas décadas, é o sistema plantio direto, cujo conceito agrícola se baseia na conservação do solo, na ciclagem de nutrientes e na diversificação de culturas. Este sistema pode ser capaz de manter ou até mesmo elevar os teores de matéria orgânica do solo nas camadas superficiais (Batlle e Bayer et al., 2010). O sistema semeadura direta com o maior aporte de resíduos na superfície do solo, associado às raízes das plantas de cobertura das culturas, resultam no aumento da matéria orgânica na camada superficial, proporcionando recuperação da agregação com maior volume total de poros no solo (LIMA et al., 2013).

Entretanto, é importante monitorar a qualidade do solo nestes sistemas, uma vez que, cobertura do solo em quantidade inadequada associada a elevada pressão de pastejo podem contribuir para a degradação do solo. A qualidade do solo pode ser medida por meio de indicadores químicos, físicos, biológicos e microbiológicos, sendo estes últimos mais sensíveis às alterações que ocorrem no solo em função do uso (Doran e Parkin 1994).

A biomassa microbiana do solo, é a parte viva mais ativa da matéria orgânica do solo, e atua em importantes processos biogeoquímicos, que se apresentam mais sensíveis frente a todos indicadores (Machado et al, 2016). De acordo com estes autores, promovem modificações na estrutura do ecossistema, assim sendo, este é responsável pela reserva transitória e ciclagem de nutrientes, que em condições favoráveis representam de 1 a 3% do conteúdo total de carbono e aproximadamente 5% do nitrogênio.

A manutenção de níveis elevados de carbono da biomassa microbiana condiciona um incremento na ciclagem de nutrientes, pois estão imobilizados na fitomassa; após a decomposição são liberados para o solo, assim, a própria biomassa microbiana constitui-se em uma reserva lábil de nutrientes, também rapidamente liberados para o solo, em virtude do baixo tempo de vida dos microrganismos (Carneiro et al., 2008).

Pesquisas devem ser realizadas, em função de que, a exploração inadequada e aquém da capacidade de uso do solo pela agricultura pode causar danos para a sustentabilidade do sistema produtivo. A obtenção de dados regionais podem corroborar com as melhorias no manejo e uso do solo e pode servir de base para futuros estudos e recomendações. Assim objetivou-se avaliar os sistemas de manejo por meio da biomassa microbiana e derivados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil 50 a 70% das pastagens apresentam algum nível de degradação, isso porque, as áreas destinadas as pastagem são marginais, em termos de qualidade do solo (IBGE, 2006). De acordo, com o último senso do IBGE (2006), estima-se que na região Centro-Oeste 56,4% das áreas destinadas a estabelecimentos agropecuários são constituídas por pastagem plantada e naturais. Esses solos ocupados por pastagens, normalmente são solos de baixa fertilidade natural em que não são realizados investimentos importantes no sentido de corrigi-los ou repor os nutrientes extraídos (Dias-Filho, 2014). Segundo Macedo et al. (2009) e Dias-Filho (2014) os solos de melhor aptidão agrícola são ocupados pelas lavouras anuais de grãos ou as de grande valor industrial para a produção de óleo, fibras, resinas, açúcar, etc. Dessa forma, estes autores afirmam que, é de se esperar que as áreas para exploração de bovinos apresentem problemas de produtividade e de sustentabilidade da produção.

No Cerrado, as áreas utilizadas para produção de grãos permanecem em pousio por aproximadamente oito meses do ano, quando se adota apenas uma safra por ano agrícola, em virtude das condições climáticas no início do outono, principalmente relacionado à deficiência hídrica. Como alternativa para solucionar esse problema, muitos agricultores estão optando pela adoção das tecnologias agrícolas, entre elas destacam-se o sistema de Integração Lavoura (ILP) e o sistema plantio direto (SPD). Segundo Kluthcouski & Stone (2003), o sucesso do sistema SPD está no fato de as palhadas acumuladas por culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo. No entanto, o Cerrado, o clima é caracterizado por inverno seco, altas temperaturas no decorrer do ano que aliado à precipitação pluvial dificulta a implantação dessas espécies de cobertura e principalmente a permanência da palha sobre a superfície do solo. Portanto, em regiões de clima tropical, a maior limitação na manutenção de palhada é a rapidez com que a massa vegetal se decompõe (LANDERS, 1995). Diversos trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar o potencial de decomposição e mineralização de várias espécies de plantas de cobertura, especialmente em sistema plantio direto (BERTOL et al., 1998; TORRES et al., 2005) e pastagens consorciadas (OLIVEIRA et al., 2003). De acordo diversos autores as pastagens possuem elevado potencial de serem utilizadas como plantas de cobertura para a região do Cerrado, principalmente em períodos de entressafra, pois além de

acumularem biomassa, promovem a reciclagem de nutrientes e sua liberação gradativa (PRIMAVESI e ARMELIN, 2002; ROSOLEM; CALONEGO; FOLONI, 2003).

2.1 Sistemas Conservacionistas

Os sistemas de manejo do solo podem oferecer condições físicas adequadas para o desenvolvimento de culturas, auxiliando no seu crescimento e produtividade, por outro lado, podem ocasionar a degradação da qualidade do solo, com reflexos ambientais e na produtividade das culturas (TORMENA et al., 2004).

Assim, o desenvolvimento sustentável mediante as práticas conservacionistas de manejo inclui o cultivo de espécies de plantas de cobertura que protegem o solo da perda de água por evaporação, do impacto das gotas da chuva, reduz o escoamento superficial e melhora a estruturação do solo (CARDOSO et al., 2013).

A integração de culturas produtoras de grãos com a atividade pecuária podem contribuir para a melhoria na qualidade do solo contribuindo para sua conservação. Existem algumas opções tecnológicas de sistema integrado de produção agropecuária que podem ser compatíveis com a situação sócio-econômica do agricultor, podendo ser realizada a integração de consórcio, sucessão ou rotação de culturas anuais com espécies forrageiras (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003). Segundo esses autores a integração entre culturas produtoras de grão e pastagem, além de diversificar a produção em uma mesma área, pode contribuir para recuperação de áreas degradadas e ainda quebrar o ciclo de pragas doenças e plantas daninhas.

2.1.1 Sistemas Integração Lavoura-Pecuária

Pode-se definir a Integração Lavoura Pecuária com sendo um sistema de diversificação, rotação, consorciação e ou sucessão de atividades inseridos na propriedade rural beneficiando agricultura e pecuária (DE ALMEIDA et al., 2015). Na década de 1970, a produção pecuária avançou devido a novas tecnologias desenvolvidas incentivada por investimentos em mecanização, insumos, implementos, ofertas de crédito e ao baixo valor de terras. Esse cenário contribuiu para geração de riquezas e aumento da importância do país no cenário mundial em relação a produção de grãos e carnes. Por outro lado, surgiram consequências negativas em relação conservação ambiental, nos quais ressalta –se, solos de áreas agrícolas com grandes problemas de compactação e

erosão, a pecuária teve seus níveis de produtividade reduzido devido á degradação do solo com perdas de vigor e em sua qualidade produtiva, especificamente na região do Cerrado (VILELA, L, et al., 2008). Esses problemas podem ser revertidos com o uso deste sistema para reforma e renovação de pastagens degradadas em conjunto com a produção de grãos. A combinação dessas práticas reduz a incidência de plantas daninhas e pragas amenizando a aplicação de fungicidas, herbicidas ou inseticidas resultando em benefícios econômicos. Possibilita melhores condições físicas, químicas e biológicas no solo que inclui, fertilidade do solo, maior alcance das raízes, formação de agregados e infiltração de água no solo devido a matéria orgânica resultante da decomposição da palhada provida das lavouras. Durante todo o sistema verifica-se benefícios mútuos entre pastagens e as culturas de grãos gerando sustentabilidade e produtividade (Junior, G, et al., 2006). Diferentes tecnologias para a integração lavoura pecuária surgiram levando em consideração cada ecossistema no país.

Sistema São Mateus

O Sistema são Mateus (SSMateus) foi implantado em 2008 na Fazenda São Mateus, localizada no município de Selviria, MS, em solo classificado de Latossolo Vermelho e Neossolo Quartzarênico. Esse sistema é um modelo de Integração Lavoura Pecuária indicado para recuperação de pastagens degradadas. Antes da implantação deve ser feita a correção, gessagem e adubação da área em base das recomendações técnicas de aplicação e incorporação ao solo. Posteriormente, no período chuvoso, implantar a pastagem temporária (6 a 9 meses), para adequar as propriedades físicas do solo. A adequação física do solo é favorecida pelo desenvolvimento do sistema radicular das forrageiras e o aporte de biomassa para o plantio direto da soja, proporcionando tempo necessário para correção do solo e solubilização dos adubos. A produção de carne nessa pastagem poderá amortecer parcial ou totalmente os custos de adequação química e física, fornecendo também uma quantidade adequada de palhada (SALTON et al., 2013).

No início da próxima época chuvoso é feita a dessecação da pastagem com herbicida 20 dias antes da semeadura da soja. Após a colheita da soja deve implantar as pastagem para produção de carne por dois anos e no terceiro ano retorna a soja (figura1). Salton et al. (2013) afirmaram que, na safra 2012 houve repostas positivas nos atributos químicos do solo comparado à pastagem de referência. No Sistema são Mateus os teores de alumínio foram encontrados nas camadas profundas em menores valores e a saturação por base aumentou. O tamanho médio dos agregados foi maior no SSMateus, para os

autores o crescimento abundante do sistema radicular da pastagem implantada proporcionou esse resultado. Seguindo na mesma linha de pensamento esses autores provar em que houve melhoria nos atributos microbiológicos do solo. Concluíram, que mesmo nos períodos de veranicos (2012) houve produção satisfatória de soja no SSMateus. Esse sistema tem como base a incorporação de práticas de correção e adequação química e física do solo, produzindo palhada para o cultivo de soja em Plantio Direto. Tais atividades proporcionam maior armazenamento de água e reduz em perdas por evaporação devido à ação da cobertura de palhada no solo, desenvolvimento de sistema radicular profundo, aumento de tamanho dos agregados devido ao desenvolvimento por causa do aporte de matéria orgânica, melhorando a estrutura do solo, além de reduzir erosão. O SSMateus potencializa a produção sustentável e a rentabilidade da área amortizando custos com insumos e operações para recuperação da pastagem degradada (SALTON et al., 2013).

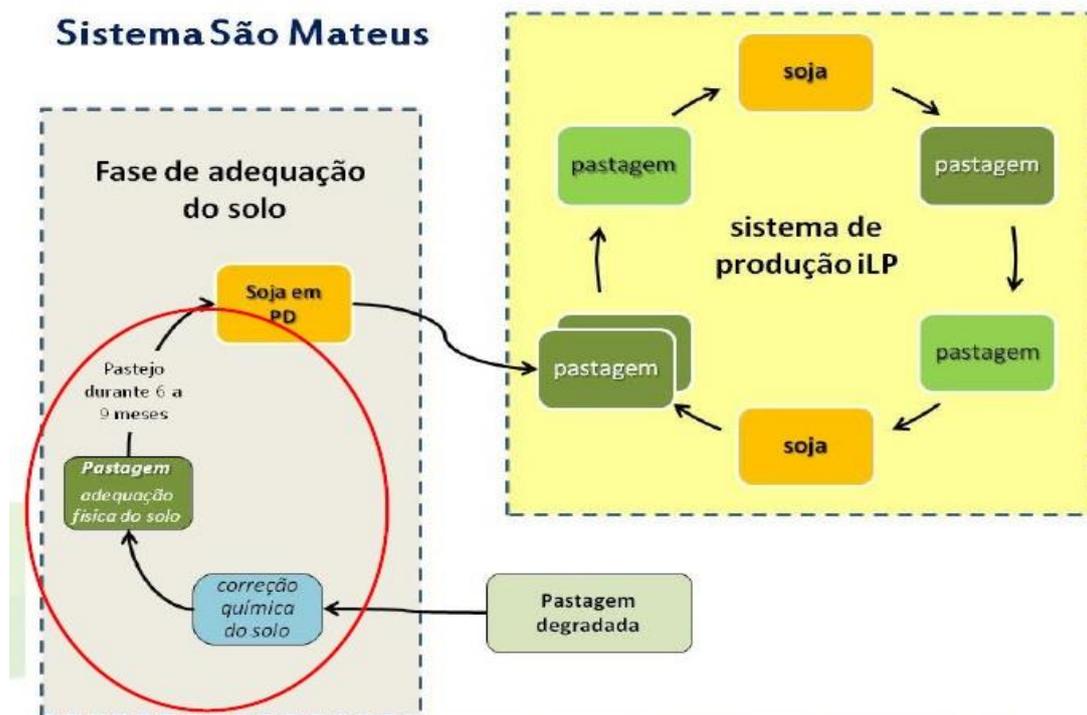


Figura 1. Esquema das principais etapas para implantação do Sistema São Mateus. Autor: Julio Cezar Salton

Sistema Barreirão

Foi lançado em 1991 o Sistema Barreirão, com objetivo de reformar ou recuperar pastagens degradadas (COBUCCI et al., 2007). Este sistema é a implantação simultânea de culturas anuais com forrageiras para recuperar e/ou renovar pastagem degradada, com o propósito de reduzir os custos na formação e/ou renovação e o principal benefício desse sistema é incentivar os produtores para a necessidade de se recuperar /renovar as pastagens degradadas além das vantagens da integração lavoura pecuária (MACEDO et al., 2009). Cobucci et al. (2007) confirmaram os sete estados que adotaram esse sistema no Brasil obtiveram resultados positivos ou seja houve aumento da produção de grãos. O faturamento com a produção de grãos custeia os gastos gerados da recuperação e reformas aplicadas nas áreas degradadas, garante o ganho de peso dos animais mesmo no período seco, já que a produção de pasto ocorre todo o ano, eliminação de plantas daninhas e pragas com a quebra do ciclo da monocultura. Melhoria nas condições físicas e biológicas do solo pela presença de palhada e matéria orgânica, perfil do solo é restaurado o que reduz a compactação, aumenta os níveis de carbono, ciclagem de nutrientes e aeração do solo. O conjunto de operações e procedimentos deste sistema é uma prática lucrativa e possibilita ao produtor aumento na produção de grãos, carne e leite (YOKOYONA et al, 1998). Segundo ALVARENGA et al. 2006, o sistema Barreirão possibilitou reformar ou recuperar imensas áreas de pastagens degradadas, especialmente nas regiões centrais do Brasil e serve como preparação para utilização da ILP no Sistema Santa Fé.

Sistema Santa fé

É um sistema de produção de culturas de grão como (milheto, trigo, milho e soja) consorciado com forrageiras tropicais do gênero (Brachiaria), neste sistema a cultura deve apresentar grande performance de desenvolvimento inicial, exercendo com isso alta competição sobre as forrageiras e evitando redução significativa nas suas capacidades produtivas de grãos (ALVARENGA, R, C; et al 2006). Os autores ressaltaram que os objetivos do sistema santa Fé são a produção de forrageira para entressafra e palhada em quantidade e qualidade para o sistema plantio direto. Segundo os mesmos o sistema tem vantagem de não alterar o cronograma de atividades do produtor e não exigir equipamentos especiais para sua implantação, possibilitando o aumento do rendimento das culturas e das pastagens e, com isso baixar os custos de produção. O consórcio de forrageira entre linha favorece o controle de plantas espontâneo.

Sistema Plantio Direto

Sistema Plantio Direto (SPD) consiste em um complexo de processos tecnológicos destinados à exploração de sistemas agrícolas produtivos, compreendendo mobilização de solo apenas na linha ou cova de semeadura, manutenção permanente da cobertura do solo, diversificação de espécies e minimização ou supressão do intervalo de tempo entre colheita e semeadura. Esse sistema deve estar associado à agricultura conservacionista de forma a contribuir para conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento do conteúdo de matéria orgânica do solo, aumento na relação benefício/custo, redução do consumo de energia fóssil e do uso de agrotóxicos, mitigação da emissão dos gases de efeito estufa e contribuição para o aumento da resiliência do solo.

A palhada na superfície do terreno no SPD, dentre os muitos benefícios, é fonte de energia para os microrganismos e para a mesofauna do solo, ativando suas ações. Nas condições tropicais, a atividade biológica é ainda mais intensa, com enorme diversidade de espécies de organismos (KLUTHCOUSKI, J e al. 2006). Segundo Gassen & Gassen (1996), estima-se que a mesofauna movimenta até 20% do solo em ambientes naturais, enquanto as raízes são responsáveis por cerca de 80% da movimentação biológica do solo. No processo de abertura das galerias pela fauna, ocorre, geralmente, a deposição de resíduos orgânicos nas câmaras, que, depois de decompostas e mineralizadas, melhoram as propriedades do solo.

O sistema plantio direto, cujo conceito agrícola se baseia na conservação do solo, na ciclagem de nutrientes e na diversificação de culturas, pode contribuir para equilibrar a produtividade agrícola com a conservação do meio ambiente e favorecer o incremento nos teores de carbono (Batlle e Bayer et al., 2010). Entretanto, o cultivo de pastagem de braquiária, em condições de Cerrado, aumenta os teores de carbono orgânico total, ao contrário do plantio direto que pode manter níveis estáveis de matéria orgânica (Wendling, et al., 2012).

2.2 Atributos microbiológicos

Li et al., (2013) e Oliveira et al., (2016), afirmaram que os componentes microbiológicos do solo são os atributos mais sensíveis à mudanças no ambiente. Nessa

mesma linha de pensamento Liang et al., (2012) e Lopes et al., (2013) confirmam que por isso são utilizados com confiabilidade para avaliar e quantificar a qualidade e as alterações nos diferentes sistemas de uso e manejo do solo. (Carbone et al., 2009) tinha estudado que no Cerrado os diferentes sistemas de manejo alteram os atributos microbiológicos do solo, que pode ser quantificado através do carbono da biomassa microbiana. Para Lourente et al.,(2011), Eleftheriadis e Turrión, (2014) e Zhou et al., (2017), os atributos microbiológicos comumente utilizados são aqueles que se relacionam com os ciclos biogeoquímicos ou indicam atividade microbiana no solo, tais como: carbono da biomassa microbiana (CBM), nitrogênio da biomassa microbiana (NBM), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico (qCO_2) e microbiano ($qMIC$), atividade enzimática Balota et al., (2011),Moreira et al., (2013), Zaninetti et al. (2016) e Maharjan et al., (2017) e mais recentemente, a estrutura e diversidade da comunidade microbiana do solo Xu et al., (2017) e Leeuwen et al (2017). Eleftheriadis & Turrión, 2014). RAMOS, E, C; a decomposição do material orgânico do solo pode ser influenciada por fatores ambientais como água e temperatura, assim (como, pelo manejo adotado em função da adição de fertilizantes e corretivos, aplicação de herbicidas e revolvimento do solo. O desmatamento e posterior uso agrícola levam à diminuição de carbono orgânico (CO) e diminuem as propriedades microbiológicas, sugerindo a deterioração da qualidade do solo. A BMS funciona como compartimento reserva de carbono, nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S) no solo, elementos essenciais para o desenvolvimento vegetal e como catalisador na decomposição da matéria orgânica (SOUZA et al., 2010). O não revolvimento do solo, o maior aporte de restos vegetais, a maior diversidade de plantas e o acúmulo de resíduos na superfície do solo no Integração lavoura pecuária lavoura (ILPI), Integração lavoura pecuária pastagem (ILPp) e Sistema de plantio direto (SDP) propiciam melhores condições físicas e químicas (SILVA et al., 2011), que favorecem as comunidades microbianas do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em novembro de 2018, no município de Dourados, localizado no Estado de Mato Grosso do Sul. O estudo se deu em uma propriedade rural particular, explorada comercialmente. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 1999). O clima é caracterizado como Cwa, conforme Köppen (Ayoade, 1986), com precipitação média anual de 1.500 mm e temperatura média anual de 22°C (Figura 1)

Foram estudados quatro sistemas de manejo do solo, sendo, Integração Lavoura-Pecuária na fase lavoura (ILPI), esta área foi conduzida com pastagem por 27 meses e no momento da coleta estava com soja no estágio V4. Integração lavoura-Pecuária na fase pastagem (ILPp), após quatro anos de lavoura, em março de 2018 iniciou a formação da pastagem. A área encontra-se sob pastejo com gado de corte. No verão, a lotação é de 5 a 7 UA/ha; no inverno, 2,0 UA/ha; e os pastos de inverno que ficam de 3 a 5 meses na área, a lotação é de 3 UA/ha. Área sob sistema Plantio Direto, sendo cultivada com soja/milho+ruziziensis /soja/aveia. No plantio foi realizada a adubação com 165 kg ha⁻¹ de MAP, no sulco de plantio e 200 kg ha⁻¹ de KCl (60% K₂O) No momento da coleta a soja se encontrava no estágio V3. No momento da coleta a soja se encontrava no estágio V3 e Pastagem Permanente (PP). Uma área de vegetação nativa (VN), sem alterações antrópicas, foi utilizada com padrão comparativo como ecossistema de equilíbrio. Em 2016 foi realizada a correção do perfil do solo por meio de gessagem e calagem (Tabela 1).

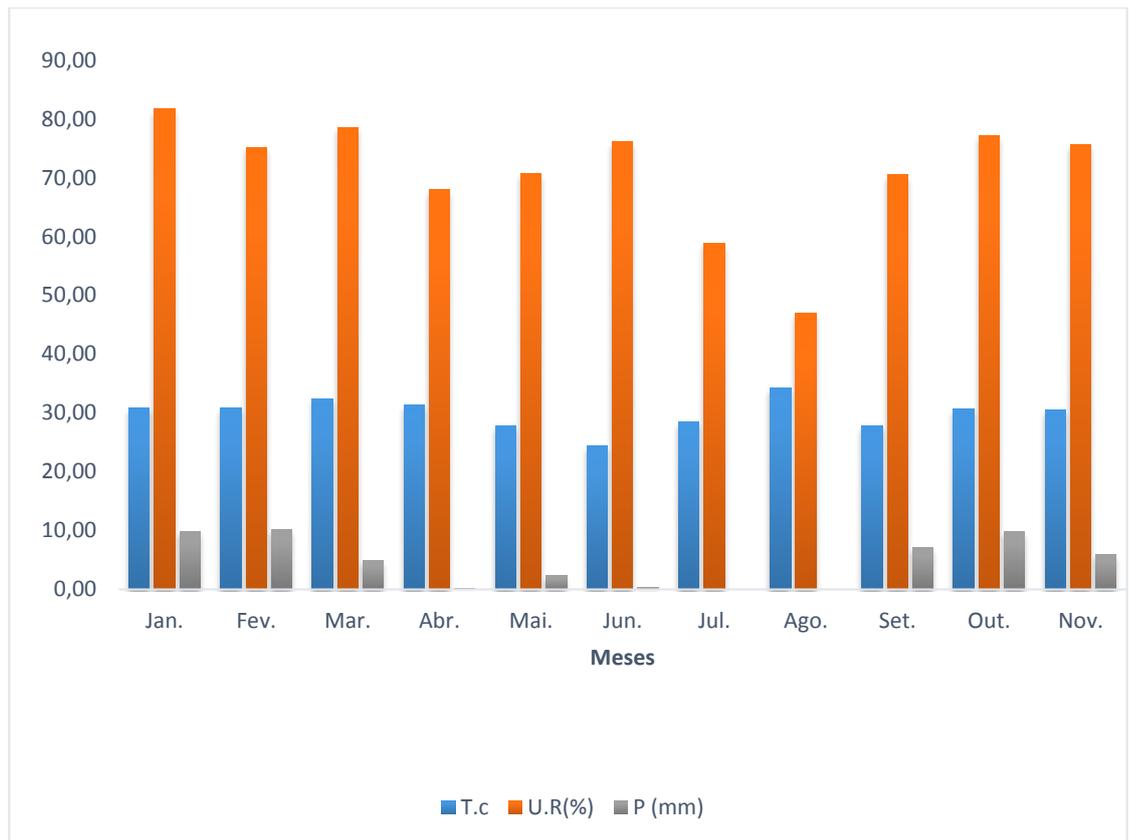


Figura 2. Dados de Temperatura Umidade relativa e precipitação 2018. Embrapa centro-oeste Dourados 2018 Janeiro à Novembro

Tabela 1 Atributos químicos do solo em sistemas de manejo e uso do solo

Sistemas de manejo e uso	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
	CaCl ₂	gdm ⁻³	mgdm ⁻³	mmolcdm ⁻³							%
SSD	5,65	32,5	38,25	4,8	84,50	18,25	28,5	0	107,75	136,00	78,25
ILPp	5,20	25,5	68,50	3,7	50,75	13,75	48,75	0	68,50	117,25	53,50
ILPl	5,50	27,0	24,00	4,8	55,50	16,50	42,00	0	77,00	119,00	65,00
PP	5,30	29,0	13,00	3,8	66,00	25,00	56,00	0	95,00	151,00	63,00

Integração lavoura-pecuária na fase lavoura (ILPl), na fase pecuária (ILPp), sistema semeadura direta (SSD) e pastagem permanente (PP).

Foram selecionadas áreas homogêneas, em cada área selecionada foram coletadas amostras de solo para as determinações químicas e microbiológicas, nas profundidades de 0–10 cm. A amostragem foi realizada em quatro locais por sistema, que constituíram quatro repetições.

Os atributos químicos foram analisados conforme Claessen (1997). O pH foi determinado em H₂O na proporção solo:água de 1:2,5; Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ foram extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹, na proporção solo:solução de 1:10; K⁺ e P foram extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,0125 mol L⁻¹, na proporção solo:solução de 1:10, em que o K foi determinado por fotometria de chama, o P, por colorimetria, e o C orgânico total (COT), por oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (K₂Cr₂O₇) 0,2 mol L⁻¹ em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L⁻¹; e H + Al foram extraídos com solução de acetato de cálcio 1 mol L⁻¹, ajustada a pH 7, na proporção de 1:15. A partir dos resultados, foram calculadas a soma de bases trocáveis (SB), a capacidade efetiva de troca catiônica (CTC), a porcentagem de saturação por bases trocáveis (V%).

3.1 Análise microbiológica

Após a coleta do solo, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica com gelo e, posteriormente, armazenadas em câmara fria até o momento da análise laboratorial. A análise do carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi realizada pelo método da fumigação-extração, adotando-se o fator de correção para eficiência de extração (k_{ec}) igual a 0,33 (Formula 1)(Vance et al., 1987); o C orgânico foi determinado pelo método de Mebius, modificado por Yeomans e Bremner (1989); a respiração basal (C-CO₂) foi obtida pelo método da respirometria (evolução de CO₂); o quociente microbiano (q_{MIC}), expresso em porcentagem, foi calculado pela seguinte fórmula: (C-BMS/C_{org}) x 100 e o quociente metabólico (q_{CO_2}), foi obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano (μ CO₂/μg C-BMS h⁻¹).

Determinação do carbono da Biomassa Microbiana e Atividade

Microbiana

Carbono da Biomassa Microbiana (C-BMS)

As amostras coletadas foram destorroadas e peneiradas (malha de 2mm),

retiradas possíveis fragmentos de raízes, vegetais e organismos remanescentes depois adicionadas em recipientes plásticas retangulares. Através de borrifador, abastecido com água destilada, foi umedecida a amostra de solo de forma uniforme. Após decorridas 24 horas, foram pesadas em frascos cilíndricos de vidro "snaps" e com tampa quatro sub-amostras de 20g (dois para F e dois para NF) e dois sub amostra de 50g para respiração (incubado por sete num pote fechado hermeticamente), através de uma balança semi-analítica.

Para fumigada (F), foram adicionadas dois das quatro sub-amostras anteriores em dessecador, juntamente com um frasco contendo 10ml de clorofórmio puro e analítico (CHCl₃), depois tampar o dessecador e submetê-lo à aspiração por meio de uma bomba de vácuo, até que a sua pressão interna atinja valores de 625 mmHg com a válvula do dessecador fechada. Foram mantidas por 24 horas em sala escura. Após 24 horas foi removida com a bomba de vácuo o vapor de clorofórmio e foram retirados os frascos e adicionados 50 ml de sulfato de potássio em cada um, submetidos à agitação por 30mn. Após 30 minutos foram decantados e pipetados 2 ml do sobrenadante. Após a pipetagem foi transferido num tubo de ensaio e foi adicionado em ordem 3 ml de água deionizada, 2,5 ml da solução de trabalho e 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado, agitado a pós 2 horas de descanso foi feito a leitura em espetofotômetro.

Para não fumigada as sub amostras não fumigadas não passaram pelo dessecador. Após as 24h foi adicionada em cada uma delas uma solução extratora de 50ml de sulfato de potássio K₂SO₄ 0,5 mol/L que posteriormente foram agitadas durante 30 minutos em agitador a uma rotação de 250rpm.

Os procedimentos após a agitação seguiram os mesmos realizados com as sub-amostras fumigadas para a quantificação do carbono, que entra na fórmula para o cálculo da biomassa microbiana do solo (figura 3).

$$C_{BMS} = \frac{(C(\textit{amostras fumigadas}) - (C(\textit{amostras não fumigadas})))}{0,33}$$

Formula 1 Cálculo do Carbono da Biomassa Microbiana



Embrapa

Figura 3 Esquema da determinação do carbono da biomassa

Atividade Microbiana (C-CO₂)

As sub-amostras de 50g de solo, depois incubadas por sete dias em ambiente escuro em frascos herméticos de 500ml, contendo em seu interior frascos com 10ml de solução de NaOH. Como testemunha foi feito uma amostra contendo apenas o frasco com NaOH, amostra em branco (BR).

Após o período de incubação realizou-se a titulação das amostras. Depois de abertos os potes herméticos, o conteúdo do copo plástico foi analisado juntamente com 2mL de BaCl₂, 2 gotas de solução alcoólica de 1% de fenolftaleína, como indicador e na sequência titulado com HCl 0,5 M.

O cálculo da respiração microbiana é feito utilizando-se o método da titulação com captura de CO₂ por NaOH pela seguinte fórmula:

$$C - CO_2 = (BR - HCl) \times 0,5 \times 40 \times \left(\frac{44}{80}\right) \times 1000 \times \frac{\left(\frac{12}{44}\right)}{PS50g}$$

Onde:

- (BR-HCl): Indica a presença de espécie química (CO₂) que reagiu com o NaOH;
- 0,5: normalidades do HCl;
- 40: meq-g d NaOH (mg);
- 44/88: CO₂/NaOH (massa do CO₂ que reage com NaOH);
- 1000: 1mg=1000 microgramas;
- 12/44: C/CO₂ (massa do C determinado a partir do CO₂ metabolizado);
- HCl: solução gasta na titulação;
- PS50g: peso seco do solo a partir de 50g;
- 7: dias de incubação;
- BR: amostra em branco.

Quociente metabólico (qCO_2)

O quociente metabólico (qCO_2) é um índice que expressa a taxa de respiração por unidade de biomassa microbiana (ANDERSON; DOMSCH,1985).

$$qCO_2 = \left(\frac{C - CO_2}{C - BMS} \right)$$

6.1.1.4 Quociente microbiano ($qMIC$)

O quociente microbiano ($qMIC$) é um índice utilizado para fornecer indicações sobre a qualidade da matéria orgânica, sendo expresso pela relação entre o C da biomassa microbiana e o C orgânico total (JUNIOR, F, B, R; et al,2007).

Expresso em porcentagem, foi calculado pela seguinte fórmula:

$$qMIC = \left(\frac{C - BMS}{C - org} \right) \times 100$$

3.2 Cobertura do solo

Aleatoriamente foi realizada a coleta em área demarcada por uma estrutura metálica com dimensões de 0,25 X 0,25m de forma semelhante a coleta de solo, foram selecionados quatro locais de coleta dentro de cada sistema constituindo quatro repetições. Cada repetição foi composta por três pontos de amostragem com a estrutura metálica. Todo material vegetal contido no interior da estrutura metálica foi coletado e

levado para estufa de circulação de ar, a temperatura de 65°C até atingir peso constante. Posteriormente foi realizado a pesagem e o cálculo extrapolando os dados para kg ha⁻¹.

3.3 Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados de acordo com o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), considerando a variação entre e dentro dos tratamentos. Os dados foram submetidos a análise de variância e quando significativos pelo teste f as medidas foram comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade utilizando o software sisvar

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de C-BMS foram semelhantes nos diferentes sistemas de manejo e uso do solo, entretanto, observa-se que a VN 47% superior ao valor observado na ILPp (tabela 2). Esse resultado é possível devido ao elevado DMS 191, isto por que, os dados de biomassa microbiana são muito variáveis em função variabilidade do carbono no solo e da sensibilidade do indicador microbiano. A tendência de maiores valores de C-BMS na vegetação nativa é devido a diversidade e contínuo aporte de resíduos vegetais.

Tabela 2. Atributos microbiológicos do solo e cobertura vegetal sob diferentes sistemas de manejo. Dourados– MS, 2018.

Sistemas	C-BMS	C-CO ₂	qCO ₂	qMIC	Cobertura vegetal
	($\mu\text{g de C g}^{-1}$ ¹ ss)	($\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1}$ ¹ ss dia ⁻¹)	($\mu\text{g CO}_2/\mu\text{gC}_{\text{mich}}^{-1}$)	%	Kg ha ⁻¹
ILP ₁	319,49 a	22,75 ab	36,26 a	1,525 a	4,799 ab
ILP _p	255,12 a	28,85 ab	53,25 a	1,925 a	4,803 ab
SSD	276,22 a	13,92 b	48,43 a	1,575 a	1,750 b
PP	280,66 a	19,54 b	28,95 a	1,175 a	1,575 b
VN	376,73 a	35,90 a	46,75 a	1,050 a	5.411 a
DMS	191,42	16,02	65,28	0,896	0,90
C. V. (%)	28,15	29,38	67,76	27,43	51,80

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05). ILP_L =

ILP₁=Integração Lavoura-pecuária sob Lavoura; ILP_p = Integração Lavoura-pecuária sob Pecuária; SSD = Sistema de Semeadura Direta; PP = Pastagem permanente; MN = Vegetação Nativa. DMS = diferença mínima significativa; C. V. (%) = coeficiente de variação.

. C-CBMS= carbono da biomassa microbiana; qCO_2 = quociente metabólico ($\mu CO_2/\mu g$ C-BMS h^{-1}); C-CO₂= CO₂ respiração microbiana; $qMIC$ = quociente microbiano ((C-BMS/Corg) x 100).

Os demais sistemas apresentam magnitude de valores próximos, de forma que ambos estão colaborando para a manutenção da qualidade do solo. Esse resultado pode estar associado ao não revolvimento do solo, ao uso de forrageiras em rotação ou mesmo a manutenção da pastagem permanente, o que contribui para a manutenção do C-BMS. Em trabalhos de pesquisa e áreas comerciais, desenvolvidos por Castro & Hernani (2015), na região de Mato Grosso do Sul, foi possível observar viabilidade da adoção do plantio direto, que associado a sistemas de rotação de culturas, pode ser uma alternativa viável, principalmente através do acúmulo de matéria orgânica no solo, minimizar ou eliminar esses problemas e obter aumentos gradativos e sustentáveis de produtividade com a melhoria da qualidade ambiental. Os sistemas estudados contribuíram para aumentar a matéria orgânica do solo, de forma que os valores observados foram encontravam-se entre adequados e altos de acordo com Souza e Lobato (2004).

A maior atividade microbiana foi observada na VN, sendo significativamente superior ao SPD e PP, possivelmente em função do maior teor de C-BMS. De forma semelhante ao observado para C-BMS, houve semelhança entre os sistemas estudados na liberação de C-CO₂. Esse resultado evidencia o efeito dos sistemas conservacionistas na redução de emissão de emissão de C-CO₂ e aumento no aporte de carbono. Os valores de C-CO₂ observados neste trabalho estão abaixo daqueles considerados adequados por Mendes et al., (2015), é possível que a menor respiração microbiana esteja associado ao fato de que a coleta foi realizada após um período de veranico e antes do florescimento das cultura da soja, isso porque, no florescimento ocorre a máxima atividade microbiana em função da maior liberação de exsudatos radiculares neste estágio fenológico.

O SPD é cultivado com soja/ milho + *B. ruzizienses*/soja/aveia tendeu a apresentar os menores valores de atividade microbiana, neste sistema a soja se encontrava no estágio V3 de desenvolvimento. Havia mínima cobertura do solo pela cultura da soja, entretanto, adequada cobertura por resíduos de aveia, contribuindo para menor temperatura solo e conseqüentemente, menor perda de CO₂. De acordo com Karhu et al., (2014), a biomassa microbiana do solo libera por meio da respiração cerca 60 bilhões de toneladas de carbono por ano para a atmosfera como dióxido de carbono, e essa emissão aumenta exponencialmente em função do aumento da temperatura atmosférica.

Quanto a eficiência da biomassa microbiana, a PP foi o sistema que apresentou menor magnitude do valor de qCO_2 , tendendo a maior eficiência deste sistema. Apesar da pastagem permanente apresentar menor fertilidade do solo que os demais sistemas (Tabela 1), trata-se de um sistema estável sem revolvimento, além de apresentar menor lotação animal. A ausência de perturbação no solo contribuiu para uma estabilização do carbono microbiano do solo. Entretanto, de acordo com Garcia e Nahas (2007), a cobertura descontínua observada na PP, associada a intensa mineralização pode contribuir para a perda de qualidade química e microbiológica do solo o longo do tempo. Nestas condições, segundo os autores, com o tempo há redução na quantidade de excreções animais e resíduos vegetais culminando com a degradação do solo.

Por outro lado o ILPp apresenta elevado quociente metabólico, indicando maior quantidade de carbono perdido por unidade microbiana. Esse resultado evidencia um possível estresse na comunidade microbiana, a variável estressora pode ser tanto ambiental, quanto os atributos químicos e físicos do solo. A fertilidade do solo está em níveis adequados a altos (Tabela 1), devendo, portanto, avaliar os atributos físicos do solo. Um dos fatores estressantes pode ser a lotação animal, uma vez que, neste sistema são utilizados 4 a 5 UA ha⁻¹. Entretanto, é necessária a necessidade de estudos para validar esta situação. Souza et al (2010) observaram em seus estudos que áreas com menor pressão de pastejo tendem a apresentar menor perda de carbono resultando em menor qCO_2 .

Apesar de não haver efeito significativo, o sistema que apresentou maior qualidade do resíduo orgânico sobre o solo foi o ILPp. Neste sistema ocorre maior conversão de carbono microbiano em carbono orgânico do solo contribuindo a melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos a ele correlacionados. No ILPp, além do resíduo de pastagem e elevada exsudação, há ainda adição de esterco e urina que contribuem para o incremento da biomassa microbiana. Resíduos de maior labilidade são mais facilmente mineralizados pela biota do solo e, em ambientes livres de agentes estressantes, são incorporados a matéria orgânica do solo. Valores altos de cobertura de solo foram encontrados na vegetação nativa isso devido a diversidade de planta que a constitui e grande aporte de material vegetal. Nos sistemas de ILPL e ILPp foram semelhantes isso se deu pela variabilidade de espécies e as forrageiras tem grande aporte de biomassa. De acordo com (SILVA et al., 2011), Não revolvimento do solo, o maior aporte de restos vegetais, a maior diversidade de plantas e o acúmulo de resíduos na superfície do solo no Integração lavoura pecuária lavoura (ILPL), Integração lavoura

pecuária pastagem (ILPp)) propiciam melhores condições físicas e químicas que favorecem as comunidades microbianas do solo.

5. CONCLUSÃO

Os sistemas de manejo intensivos bem como o sistema de plantio direto apresentam adequada qualidade microbiológica.

Os sistemas (ILPL) e (ILPp) apresentaram quantidade de palhada semelhante.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C; et al. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006

ALVARENGA, R. C; et al. Integração lavoura e pecuária. Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo. p.16, 2005.

ANDERSON, T. H; et al. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. *Biology and Fertility of Soils*, v. 1, p. 81-89, 1985.

ANDREOTTI, M. **Adubação nitrogenada do consórcio milho/braquiária para manutenção do sistema plantio direto no cerrado Sul-Matogrossense**. 2012.

BABUJIA, L. C. et al. 2010. Microbial biomass and activity at various soil depths in a Brazilian Oxisol after two decades of no-tillage and conventional tillage. *Soil Biology and Biochemistry* 42:2174-2181

BARROS, Z.X.; et al. Estatística multivariada e contraste ortogonal aplicados a variáveis do relevo. *Engenharia Agrícola*, n.22, p.249-257, 2002.

BATTLE-BAYER, L.; BATJES, N.H.; BINDRABAN, P.S. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.137, p.47-58, 2010.

CARBONE, C, M, A; et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 2009, 33.1.

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J. de; FREITAS, D. A. F. de; AVANZI, J. C. Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.3, p.375-382, 2013.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após mineração de bauxita. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.2, p.621-632, 2008.

CASTRO, S. S. de; HERNANI, L. C. Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, **DF: Embrapa**, 367 p., 2015.

CERETTA, C.A.; BASSO, C.J.; FLECHA, A.M.T.; PAVINATO, P.S.; VIEIRA, F.C.B.; MAI, M.E.M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia-preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.163-171, 2002.

CLARKE, K.R., AINSWORTH, M. A method of linking multivariate community structure to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series* 92: 205–219.1993

COBUCCI, T; et al. Opções de integração lavoura-pecuária e alguns de seus aspectos econômicos. *Embrapa Arroz e Feijão-Artigo em periódico indexado (ALICE)*, 2007.

DE ALMEIDA, R, G; et al. Sistemas mistos como alternativa para a intensificação da produção animal em pastagens: integração lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta.

In: *Embrapa Gado de Corte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 27., 2015, Piracicaba. Sistemas de produção, intensificação e sustentabilidade da produção animal.: anais. Piracicaba: FEALQ, 2015.

Dias-Filho, 2014.

DIEKOW, J.; MIELNICZUK, J.; KNICKER, H.; BAYER, C.; DICK, D.P.; KÖGEL-KNABNER, I. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a Southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil and Tillage Research*. v.81, p.87-95, 2005.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. *Defining soil quality for a sustainable environment*, n. definingsoilqua, p. 1-21, 1994.

Doran, J.W.; Sarrantonio, M.; Liebig, M.A. 1996. Soil health and sustainability. *Advances in Agronomy*, 56: 2-54.

ELEFThERIADIS, A.; TURRIÓN M. B. 2014. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment. *European Journal of Soil Biology* 62:138-144

EMBRAPA. O cerrado. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/unidade/ocerrado/>>. Acesso em: 05 de Junho de 2012.

FERREIRA, E. P. B. et al. 2010. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. *Revista Ciência Agronômica (Brasil)* 41:177-183

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010.

GALHARTE, C. A.; CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.14, n.11, p.1202–1209, 2010

HOAGLAND, D.R., ARNON, D.I. 1950. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station Bulletin* 347: 1–32.

IBGE, 2006.

JUNIOR, F.B.R; et al. Biomassa microbiana do solo. **Embrapa Cerrados-Documentos (INFOTECA-E)**, 2007.

JUNIOR, Geraldo Bueno Martha, et al. Integração lavoura-pecuária. *AgroANALYSIS*, 2006, 26.10: 45-46.

KLIEMANN, H, et al. **Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho distroférrico**. 2006.

KLUTHCOUSKI11, J; et al. **COBERTURA DO SOLO NA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA**. 2006.

LANZANOVA, M. E. Atributos físicos do solo em sistemas de culturas sob plantio direto na integração lavoura-pecuária. 2005.142 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

LEEuwEN, J. P. van et al. 2017. Effects of land use on soil microbial biomass, activity and community structure at different soil depths in the Danube floodplain. *European Journal of Soil Biology* 79:14-20.

LI, Y; et al. Assessing the soil quality of alpine grasslands in the Qinghai-Tibetan Plateau using a modified soil quality index. **Environmental monitoring and assessment**, v. 185, n. 10, p. 8011-8022, 2013.

LIANG, Q. et al. 2012. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 92:21-33.

LIMA L, R. D., COSTA, A. C. T., SILVA, K. D. F., SARTO, M. V. M., & JÚNIOR, J. B. D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 43(1) (2013).

LOPES, A. A. C. et al. 2013. Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. *Soil Science Society of American Journal* 77:461-472

LOSS, A.; PEREIRA, M.G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L.H.C. dos; SILVA, E.M.R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. *Ciência Rural*, v.39, p.1067-1072, 2009.

LOURENTE, E. R. P. et al. 2011. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil)*41:20-28.

MACEDO, Manuel Claudio Motta. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 2009, 38.1: 133-146.

MAHARJAN, M. et al. 2017. Effect of land use and management practices on microbial biomass and enzyme activities in subtropical top-and sub-soils. *Applied Soil Ecology* 113:22-28.

MARCHÃO, R. L.; BALBINO, L. C.; SILVA, E. M.; JUNIOR, J. D. G. S.; SÁ, M. A. C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no cerrado. *Pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília. v.42, n.6, p.873-882, 2007.

MAZZONCINI, M. et al. 2016. Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. *European Journal of Agronomy* 77:156-165.

MEDEIROS, E. V. et al. 2017. Soil organic carbon, microbial biomass and enzyme activities responses to natural regeneration in a tropical dry region in Northeast Brazil. *Catena* 151:137-146. MOREIRA, A. et al. 2013. Phosphorus dynamics in the conversion of a secondary forest into a rubber tree plantation in the Amazon rainforest. *Soil Science* 178:618-625

MENDES, I. C.; SOUSA, D. M. G. DE ; Reis Junior, Fábio Bueno . BIOINDICADORES DE QUALIDADE DE SOLO: DOS LABORATÓRIOS DE PESQUISA PARA O CAMPO. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 32, p. 191, 2015.

MOREIRA, A. et al. 2011. Soil fertility, mineral nitrogen, and microbial biomass in upland soils of the central amazon under different plant covers. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 42:694-705.

OLIVEIRA, S, P. et al. Conversion of forest into irrigated pasture I. Changes in the chemical and biological properties of the soil. **Catena**, v. 137, p. 508-516, 2016.

- RAMOS, E. C.; et al. Atributos microbiológicos do solo na cultura da cana-de-açúcar sob manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, 2013
- ROSSI, C.Q. Dinâmica da matéria orgânica do solo em área de soja cultivada sobre palhada de braquiária e sorgo. 72p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica (2009).
- SALTON, J. C., et al. Sistema São Mateus-Sistema de integração lavoura-pecuária para a região do Bolsão Sul-Mato-Grossense. *Embrapa Agropecuária Oeste-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2013
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. n.32, p.11-21, 2008.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.46, n.10, p.1349-1356, 2011.
- SILVA, C. F. D. et al. 2012. Total organic carbon, microbial biomass and soil enzyme activity areas of agriculture, forestry and grassland in the middle Valley of Paraíba do Sul River (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 36:1680-1689.
- SILVA, E. F. D., LOURENTE, E. P. R., MARCHETTI, M. E., MERCANTE, F. M., FERREIRA, A. K. T., & FUJII, G. C. Labile and recalcitrant fractions of soil organic matter under integrated crop-livestock system. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(10), 1321-1331, (2011).
- SILVEIRA, R. B.; et al. 2006. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. *Cerne (Brasil)* 12:48-55.
- TABATABAI, M. A. 1994. Soil Enzymes. In: Weaver, R. W. eds. *Methods of Soil Analysis: Part 2— Microbiological and Biochemical Properties*, (methodsofsoilan2). Madison, Soil Science Society of America. pp.775-833.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. *Numerical taxonomy*. San Francisco: W.H. Freeman. p. 573, 1973.
- SOUZA, E.D. de; COSTA, S.E.V.G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAIO, E. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1829-1836, 2009.
- TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; ARAÚJO, M. A.; PINTRO, J. C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.65-71, 2004.
- VANCE, E.D, BROOKES P.C, JENKINSON D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. *SoilBiolBiochem*. 19: 703-707, 1987
- VILELA, Lourival, et al. Integração lavoura-pecuária. *Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008, 1: 933-962.

- WENDLING, B.; et al(2012). Densidade, agregação e porosidade do solo em áreas de conversão do cerrado em floresta de pinus, pastagem e plantio direto. *Bioscience Journal*. Uberlândia. 28:256-265.
- XU, S. et al. 2017. Soil microbial community responses to long-term land use intensification in subtropical grazing lands. *Geoderma* 293:73-81.
- YEOMANS, J.C., BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Commun Soil Sci Plan*. 19: 1467-1476, 1989.
- YOKOYONA, L. P. Uma opção para reforma de pastagens: Sistema Barreira-analise economia 1998.
- ZANINETTI, R.A.; et al. 2016. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Amarelo na conversão de floresta primária para seringueiras na Amazônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 51:1061-1068.
- ZHOU, H. et al. 2017. Changes in microbial biomass and the metabolic quotient with Biochar addition to agricultural soils: A Meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 239:80-89.