

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

**INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO SOB  
CULTIVO DE MANDIOCA**

**JEFFERSON LEVY DA SILVA MACHADO**

**DOURADOS-MS  
2018**

# **INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO SOB CULTIVO DE MANDIOCA**

**JEFFERSON LEVY DA SILVA MACHADO**

**ORIENTADORA Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 a  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**DOURADOS – MS  
2018**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

M149i Machado, Jefferson Levy Da Silva  
INDICADORES MICROBIOLÓGICOS DO SOLO NO CULTIVO DE MANDIOCA / Jefferson Levy Da Silva Machado --  
Dourados: UFGD, 2018.  
24f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Elaine Reis Pinheiro Lourente

TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados  
Inclui bibliografia

1. Biomassa microbiana. 2. cone sul. 3. cultivo mínimo. 4. cultivo tradicional. 5. Manihot esculenta Crantz. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sua graça irresistível e eleição incondicional, na busca na essência da vida cristã *CORAM DEO* (diante Isso da face de Deus), sempre em mente Proverbios 16:3 que diz “Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos”.

À Universidade Federal da Grande Dourados, por todo apoio e incentivo nesses anos de graduação, para que pudesse alcançar todos os objetivos, também ao corpo docente a dedicação em ministrar aulas que farão a diferença no início de minha carreira.

Aos professores da faculdade de ciências agrárias, professora Paula Pinheiro Padovese Peixoto que desde o primeiro ano de faculdade como tutora do grupo pet-agronomia, nos instruiu e tenho enorme alegria de poder ser seu aluno e ser contagiado com sua força de vontade; professor Nestor Antonio Heredia Zarate por suas lições de vida; professor Guilherme Augusto Biscaro eu ouvi o chamado; professora Silvia Correa sempre disposta a atender ; mestre dos mestres José Luiz Fornazieri.

Aos professores que tive a oportunidade de trabalhar em projetos, Eder Gomes Pereira, Dhiones dias e sua esposa Joelma Porto, Professor Fabricio Fagundes, professora Lilian Maria Arruda Bacchi, também a orientadora do trabalho de conclusão de curso Elaine Reis Pinheiro Lourente pelo apoio, paciência e todo conhecimento transmitido.

Ao laboratório de microbiologia agrícola – FCA, onde foram realizadas as análises deste trabalho, ao técnico Tiago Ledesma Taira, também a colega de laboratório Adama Gning, Cleberton Côrrea dos Santos na análise estatística.

Aos meus pais José e Valdete Machado pela oportunidade que não foi desperdiçada e com todo esforço e dedicação foram honrados, meus irmãos e suas família Gleison, Luciana e Davi Machado; Wellington, Valquíria e Luísa Machado pelo apoio.

A minha namorada Jéssica Patrícia Silva Prior, me incentivando a todo o momento sempre com uma visão de futuro, uma palavra de afeto e sempre estarmos pertos de dar o próximo passo em nossa vida como casal.

Aos Amigos que Dourados me proporcionou, Sidney Bronka e família, Daniel Martins e família, Leandro Marrom e família, Matheus Krauser e família, Sabrina Beltramin, Rafael Cardoso e Marcos Silvino.

A todos meu muito obrigado!!!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
1 INTRODUÇÃO .....	8
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 Cultura da mandioca.....	10
2.2 Sistemas de cultivo.....	11
2.3 Biomassa microbiana do solo.....	11
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Análise microbiológica.....	16
3.2 Cobertura do solo.....	16
3.3 Análise estatística dos dados.....	17
4 RESULTADO E DISCUSSÃO.....	18
5 CONCLUSÃO.....	21
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## RESUMO

A cultura da mandioca é estratégica em Mato Grosso do Sul com maior área de produção na região sudoeste do estado. Cultivado predominantemente sob sistemas de preparo convencional do solo em solos de textura arenosa que são solos característicos do sul do estado. Em sistemas de rotação de culturas a mandioca usufrui dos nutrientes remanescentes das culturas precessoras. Atributos microbiológicos do solo são indicadores da qualidade do mesmo, participantes na ciclagem e disponibilidade dos nutrientes, sendo influenciada pela qualidade da matéria orgânica. Objetivou-se avaliar as qualidades do solo sob sistemas diferentes no preparo do solo na cultura da mandioca. A pesquisa foi desenvolvida em Eldorado-MS,. Foi avaliado o carbono da biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico, microbiano e cobertura vegetal no sistema de cultivo mínimo, sistema tradicional e a referencia vegetação nativa. Os dados estatísticos analisados de acordo com o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e quando significativos comparadas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade utilizando o *software* Sisvar<sup>®</sup>. Indicando que o cultivo de *Brachiaria ruzizienses* sp., pode ser uma estratégia viável para produção de cobertura vegetal e melhora nos indicativos microbiológicos do solo.

Palavras chave: biomassa microbiana, cone sul, cultivo mínimo, cultivo tradicional, ,

## ABSTRACT

The cassava crop is strategic in Mato Grosso do Sul with the largest production area in the southwest region of the state. Cultivated predominantly in conventional soil tillage systems in sandy soils that are characteristic soils of the south of the state. Embrisa of cassava crops, the use of nutrients remaining from the predecessor crops. Microbiological attributes of soil are indicators of soil quality, participants in cycling and nutrient monitoring, with the influence of organic matter quality. The objective of this study was to evaluate the soil qualities in different systems for soil preparation in cassava. A research was developed in Eldorado-MS. It has been the carbon of the microbial biomass, basic, metabolic, microbial and vegetal without system of culture, traditional system and a native reference. Statistical data were selected according to the Completely Randomized Design (DIC) and when compared with the Tukey test at 5% of the use of Sisvar® software. It can be a viable strategy for the production of vegetal cover and to improve the microbiological indications of the soil.

Keywords: microbial biomass, southern cone, minimum cultivation, traditional tomato, *Manihot esculenta* Crantz,

## 1. INTRODUÇÃO

A estimativa da produção global de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) para 2018 é de 277 milhões de toneladas, o Brasil é o quarto maior produtor com produção de aproximadamente 21 milhões de toneladas (FAO, 2018). A fécula oriunda da industrialização da mandioca representa 30% do mercado brasileiro de amido (VILPOUX, 2006).

A cultura da mandioca é estratégica no estado do Mato Grosso do Sul, uma vez que, é utilizada para o consumo *in natura*, produção de fécula, farinha, ração animal, dentre outros. O aumento de área cultivada de mandioca no período de 1980 a 2001 foi de 90,24%, com produtividade acima da média brasileira com 19,8 kg ha<sup>-1</sup> no ano de 2001 (OTSUBO E PEZARICO, 2002).

Em 2017 o Mato Grosso do Sul produziu aproximadamente 691 mil toneladas, com média de 21,7 kg ha<sup>-1</sup>, portanto, houve incrementos na produtividade (PAM-IBGE, 2017). De acordo com este levantamento, a mesorregião sudoeste de Mato Grosso do Sul é responsável por 74,71% da produção do estado, dentre os municípios produtores destacam os sete municípios do Cone Sul, que representam 30,42% da produção do estado, o município de Eldorado é responsável por 14,27% desta produção.

O cultivo da mandioca é predominante sob sistema de preparo convencional do solo, contribuindo para importantes perdas de solo e água. Associado aos sistemas menos conservacionistas de preparo, está o fato de que, predominantemente, o plantio desta cultura, no Mato Grosso do Sul, se dá em solos arenosos ou de textura média. Essas condições combinadas potencializam processos erosivos.

Entretanto, em sistemas de rotação de culturas, a mandioca usufrui dos nutrientes remanescentes das culturas precessoras, de tal forma, que em alguns casos, não apresentam resposta satisfatória à adubação com nitrogênio e potássio, mesmo com baixos índices de matéria orgânica e potássio no solo, como ocorre em solos arenosos (NOGUEIRA E GOMES, 1999). Assim, de acordo com estes autores, a adoção de rotação de culturas pode contribuir para incremento da produção com menor custo com fertilizantes químicos.

Para avaliar as melhorias no solo devido ao manejo, o uso de indicadores microbiológicos, é uma importante ferramenta. Isso por que, os microrganismos do solo ao decomporem a matéria orgânica, participam diretamente da ciclagem e disponibilidade dos nutrientes no solo, servindo como poupança de nutrientes para as plantas (GRISI E GRAY, 1986). Mercante et al. (2008) observaram que a presença de resíduos na superfície do solo,

em solos arenosos, no cultivo de mandioca, contribuíram para a qualidade do solo e mostrou-se uma alternativa eficaz para o manejo adequado desta cultura.

A microbiota do solo é fortemente influenciada pela quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo adicionada pelos sistemas de manejo, porém, não deve ser avaliada isoladamente (KARA e BAYKARA, 2014; GAMA-RODRIGUES & GAMA-RODRIGUES, 2008). Seus índices e derivados, como a atividade microbiana, medida por meio da respiração basal ( $C-CO_2$ ); o quociente microbiano ( $qMIC$ ), que considera o quanto do carbono microbiano está sendo adicionado ao carbono orgânico do solo, bem como, o quociente metabólico ( $qCO_2$ ), obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano, possibilita saber a eficiência da biomassa microbiana num dado sistema de manejo.

O grande problema para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas é o contínuo declínio no teor de matéria orgânica. Este efeito é maior em sistemas menos conservacionistas que, em função do método de preparo, os resíduos culturais são colocados em contato mais íntimo com o solo, além de favorecer o rompimento dos agregados, expondo frações protegidas da matéria orgânica (LISBOA et al., 2012). Mesmo em condições de manejo em que há um elevado aporte de resíduos orgânicos, o revolvimento do solo pode anular os benefícios da maior quantidade de resíduos (LAUDICINA et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se estudar a biomassa microbiana do solo na cultura da mandioca sob sistemas de manejo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cultura da mandioca

A mandioca também é conhecida popularmente no Brasil como aipim, macaxeira e internacionalmente como cassava, yuca, tapioca, entre outros. A região neotropical é o centro de origem da mandioca, compreendendo desde o Arizona (EUA) até a Bacia do Rio Prata (América do Sul), possuindo cerca de 80% das espécies silvestres em território brasileiro. Devido a essa grande diversidade genética tem a capacidade de adaptação ao clima e solo (MATTOS et al., 2006).

A utilização da mandioca é variável, podendo ser utilizada para uso e consumo humano, animal e industrial. (SOUZA, 2017). Segundo CAMARGO FILHO; ALVES, 2004, O consumo humano da raiz pode ser feito *in natura* na elaboração de pratos, para os animais é fornecido as folhagens, raízes e *pellets* para ração, para o uso industrial farinha, produção da fécula ou polvilho doce, beneficiamento em polvilho azedo e amido modificado.

Os produtos que utilizam amido em sua composição são os produtos farmacêuticos servindo de material inerte ou gelatinizantes, produção de madeira compensada, papel, bioetanol, produção de adoçantes, frutose, glutamato monossódico e têxteis. Por sua utilização em amplos setores é considerada a cultura do século XXI por ser eficiente no uso de recursos como tolerância a seca, produção em solos pobres, uso restrito de insumos e ataques ocasionais de pragas (FAO, 2013).

O cultivo da mandioca em solos de baixa fertilidade é recomendado em espaçamentos de 0,80 a 1,00m entre fileiras e 0,60 a 0,80m entre plantas, sendo a época favorável ao plantio das manivas o início da estação chuvosa quando tem-se a disponibilidade de material propagativo (FERREIRA FILHO et al., 2013).

Essa cultura é tolerante a diferentes climas e solos, suportando altitudes que variam do nível do mar a 2300m, sendo a faixa de altitude recomendada é entre 600 a 800m, o índice pluviométrico adequado é 1.000 a 1.500 mm/ano amplamente distribuído no ano com a faixa ideal de temperatura 20 a 27°C, em temperaturas baixas ao redor de 15°C delongam a germinação ou colocam a planta em estado vegetativo e período de luz ideal para manter o equilíbrio entre a parte aérea e raízes é 12 horas/dia (GOMES E LEAL, 2003).

## 2.2 Sistemas de cultivo

Cultivo tradicional consiste em arações com a profundidade de 0,15 a 0,25m e realizar a gradagem próximo a data de plantio ou com 30 dias de antecedência quando há necessidade de calagem, para que haja a destorra do solo melhorando a permeabilidade da água e diminuindo a resistência do solo ao crescimento das raízes, em cultivos mínimos, reduz-se as operações na cultura, com a semeadura de plantas para a cobertura do solo e adubos verdes, sendo um intermediário entre o cultivo tradicional e o plantio direto (MATTOS et al., 2006).

Sistemas conservacionistas buscam manter o máximo de tempo possível a matéria orgânica sobre o solo através do não revolvimento, semeadura direta, rotação de culturas, logo, escolher espécies vegetais que podem servir de cobertura ao solo, desde que tenha em suas características intrínsecas alta relação Carbono/Nitrogênio, desta forma estabelece que o material escolhido tenha maior resistência de decomposição, persistindo os benefícios da matéria orgânica por um período maior (BERTOL et al., 2006).

## 2.3 Biomassa microbiana do solo

A matéria orgânica se encontra no solo em diversas formas como: resquícios recentes ou em fases de decomposição, composições humificadas ou elementos carbonizados, podendo estar em associação a fração mineral, incluindo as raízes e micro, meso e macrofauna (ROSCOE et al., 2006).

Os microrganismos, bactérias, fungos, algas e microfauna estão inseridos no solo em 0,5% do espaço poroso, juntamente com a matéria orgânica e podem ter sua massa ultrapassando 10 kg por hectare representando cerca de 5% do volume total do solo. (MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

Essa biota age de maneira ativa e por esse motivo o manejo do solo a influi com maior rapidez, o que não acontece com tanta rapidez nas propriedades físicas e químicas do solo, sendo esse o motivo de serem bons indicadores para um parecer sobre a qualidade do solo (NOGUEIRA E HUNGRIA, 2013). Entre os indicadores microbiológicos, é viável utilizar a respiração microbiana para mensurar a atividade microbiana tornando possível relacionar com a qualidade do solo, uma vez que, ela está relacionada com a disponibilização de nutrientes e formação de substâncias húmicas que atuarão nos atributos físicos do solo.

Os microrganismos, no volume de solo que estão inseridos, influenciam o seu ambiente de uma forma dinâmica, onde esses seres vivos refletem o ambiente. A replicação

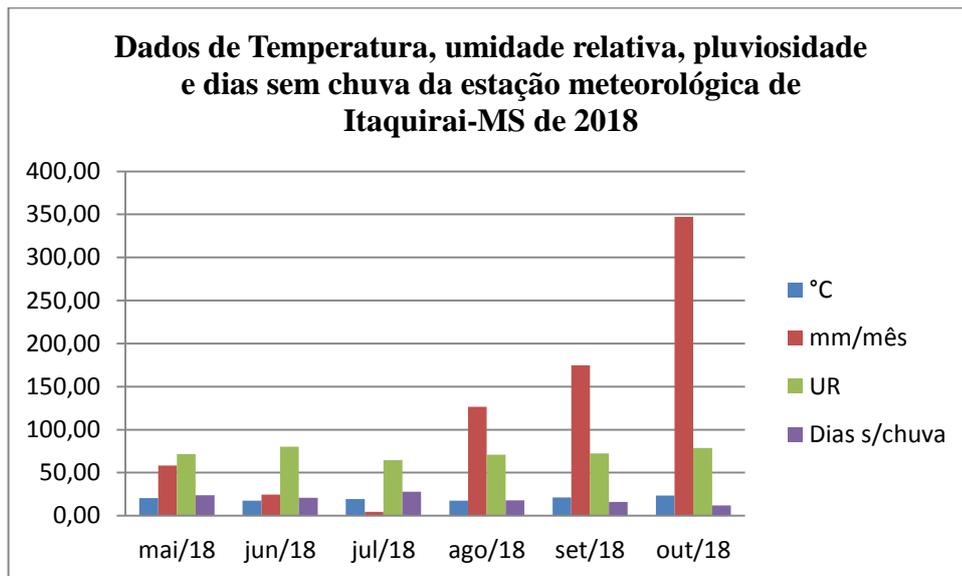
ocorre em taxas limitantes impostas pelo ambiente, sua estabilidade é diretamente proporcional à complexidade desses seres, microbiota do solo interage entre si e com o ambiente, quando uma comunidade esta em equilíbrio, pode se afirmar que diferentes espécies com as mesmas funções conseguem se adaptar as variáveis do ambiente, tornando o solo mais resistente com um tampão biológico (MOREIRA E SIQUEIRA, 2006).

A perda da matéria orgânica do solo pode afetar os processos físicos, químicos e metabólicos do solo, provocando desequilíbrio e a progressão do desgaste do solo, reduzindo a ciclagem e disponibilidade dos nutrientes no solo, alterando o dinamismo da água e restringindo a atividade microbológica, pois a matéria orgânica é fonte de energia desses seres. Sendo que esse desgaste é agravado por consequência do uso do solo através de sistemas de grande impacto (ROSCOE et al., 2006 ).

Segundo Recalde (2013), em um estudo realizado no cone sul de Mato Grosso do Sul com cultivo de mandioca sobre matéria orgânica proveniente de adubos verdes e *Crotalaria juncea*, constatando que o aumento da matéria orgânica colaborou para a melhora da produtividade das culturas e seu rendimento, por sua contribuição no estado nutricional das plantas e maior tolerância a seca.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

No período de 26 de julho a 23 de novembro de 2018, o experimento foi conduzido na Fazenda Ebenezer, no município de Eldorado em Mato Grosso do Sul, 300 m de altitude. O clima é Cfa segundo classificação Ksegun, 1544 mm de pluviosidade média anual e 21.4 °C de temperatura média, localizada nas seguintes coordenadas geográficas: 23°35'53" S 54°12'12" W (Figura 1).



**Figura 1.** Dados de temperatura, umidade relativa, pluviosidade e dias sem chuva da estação meteorológica de Itaquiraí-MS de 2018. Campo Grande - MS, CEMTEC, 2018.

O solo é classificado como NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS Órticos, com 87,4% de areia, 7,5% de argila e 5,1% de silte (SIBCs, 2018) (Tabela 1).

**Tabela 1:** Atributos químicos do solo em sistemas de manejo e uso do solo coletada camada 0-10 cm realizada em 17 de novembro de 2018

	pH	M.O. (g/dm <sup>-3</sup> )	P (mg/dm <sup>-3</sup> )	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
	CaCl <sup>2</sup>			(mmol/dm <sup>-3</sup> )							%
A1	5.4	14	29.4	2.3	13.6	7.2	0	23.5	23.1	46.6	49.7
A2	5.2	15	31.5	1.9	15.2	6.1	0	27.8	23.2	51.0	45.5
A3	4.4	13	37.6	0.4	11.0	2.6	5	44.4	14.0	58.4	24.0
A4	4.0	21	4.6	0.7	6.9	1.8	13	84.8	9.4	94.2	10.0

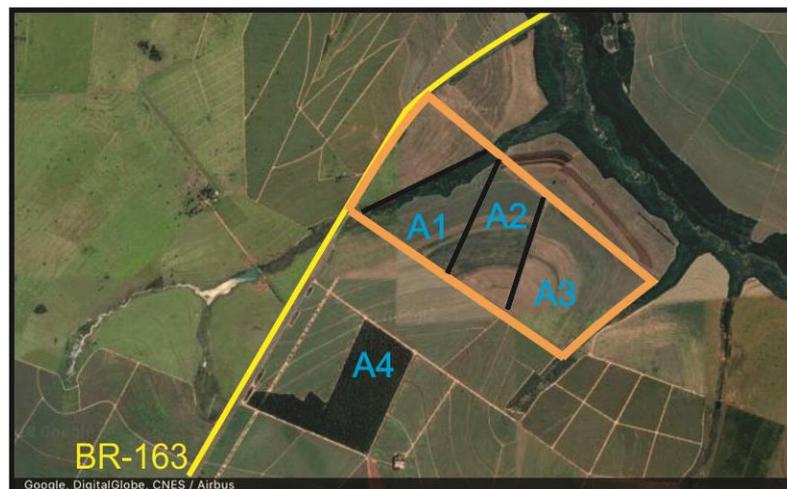
Tratamentos: **A1**= Palhada + mandioca **A2**= Palhada + mandioca; **A3**= Plantio convencional; **A4**= Mata Nativa.

Em setembro de 2015, antes da implantação do experimento, foi realizada calagem com 2 ton ha<sup>-1</sup> e incorporação do calcário no perfil do solo, após 30 dias foi realizada a

semeadura da soja (*Glycine max*), com adubação no sulco de semeadura de  $290 \text{ kg ha}^{-1}$  do adubo 2-20-18, sendo a colheita realizada no período de fevereiro a março de 2016.

Em julho de 2016 foi realizado o plantio das manivas de mandioca com adubação no sulco de plantio de  $206,61 \text{ kg ha}^{-1}$  do adubo 0-28-0 e cobertura de  $8,26 \text{ kg ha}^{-1}$  de potássio, sendo realizada a colheita um ano e meio após o plantio em outubro de 2017. Subsequentemente foi realizado o revolvimento do solo e a semeadura do capim *Brachiaria ruziziensis*, permanecendo até a dessecação em março de 2018.

No ano de 2018, para os preparativos do cultivo de mandioca foi feita adubação de base de  $185,95 \text{ kg ha}^{-1}$  com o adubo 5-20-18 e a área foi dividida em três partes (Figura 2) no Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo a primeira com o cultivo sob a palhada (Figura 03) com data de plantio na segunda quinzena de julho (A1); a segunda com as mesmas características da primeira, entretanto, com a data de plantio na primeira quinzena de agosto (A2); e a terceira feita o cultivo tradicional de mandioca com o revolvimento do solo através do arado de aiveca e grade niveladora e cultivo na segunda quinzena de julho (A3). Uma área de vegetação nativa, caracterizada como área de reserva, sem ação antrópica, utilizada como ecossistema de referência da região, que estava separada à distância máxima de 300 m da área experimental (A4).



**Figura 2.** Imagen de satélite da Fazenda Ebenezer, modificada com o limite das áreas experimentais GOOGLE EARTH.

A área total do cultivo de mandioca é de  $121 \text{ ha}^{-1}$  submetidos ao espaçamento  $0,95\text{m}$  entre fileiras e entre plantas  $0,5\text{m}$ , cinco dias após o plantio foi feita a pulverização de flumioxazina e no fim do mês de outubro clomazona.

Foram selecionadas áreas homogêneas, dentro de cada tratamento, 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 cinco locais por sistema, que constituíram cinco repetições.



**Figura 3.** Tratamentos: **A1**= Palhada + mandioca **A2**= Palhada + mandioca; **A3**= Plantio convencional; **A4**= Mata Nativa.

A primeira coleta foi realizada 63 dias após o plantio em 15 de setembro de 2018 nomeado como inverno, na camada de 0-10 cm de solo. Cada amostra composta foi constituída de três amostras simples. Em cada área foram realizadas cinco repetições. No momento da coleta, as plantas ainda não haviam emergido. A segunda coleta foi realizada 126 dias após o plantio em 17 de novembro de 2018, sendo realizada a coleta da palhada sobre o solo nomeada verão.

Os atributos físicos e químicos foram analisados conforme Claessen (1997). O pH foi determinado em  $H_2O$ ;  $Al^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram extraídos com solução de  $KCl$   $1\ mol\ L^{-1}$ ;  $K^+$  e  $P$  foram extraídos com solução de  $HCl$   $0,05\ mol\ L^{-1}$  e  $H_2SO_4$   $0,0125\ mol\ L^{-1}$ , 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 ( $K_2Cr_2O_7$ )  $0,2 \text{ mol L}^{-1}$  em meio sulfúrico e titulado com sulfato ferroso amoniacal  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ; e H + Al foram extraídos com solução de acetato de cálcio  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , ajustada a pH 7. 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 (VANCE et al., 1987); o C orgânico foi determinado pelo método de Mebius, modificado por Yeomans e Bremner (1989); a respiração basal (C-CO<sub>2</sub>) foi obtida pelo método da respirometria (evolução de CO<sub>2</sub>); o quociente microbiano ( $qMIC$ ), expresso em porcentagem, foi calculado pela seguinte fórmula:  $(C-BMS/C_{org}) \times 100$  e o quociente metabólico ( $qCO_2$ ), foi obtido pela divisão dos valores da respiração basal pelo do carbono microbiano ( $\mu \text{ CO}_2/\mu\text{g C-BMS h}^{-1}$ ).

### 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 (Figura 4), de forma semelhante à coleta de solo, foram selecionados quatro locais de coleta dentro de cada sistema constituindo quatro repetições, coleta foi realizada 126 dias após o plantio em 17 de novembro de 2018.



**Figura 4.** Coleta do material vegetal no Sistema A2

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 o cálculo extrapolando os dados para  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### **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<sup>®</sup>.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No inverno, quando a cultura da mandioca ainda não havia sido realizado o plantio da cultura, os diferentes manejos não influenciaram significativamente nos teores de C-BMS (Tabela 2). Entretanto observa-se que a diferença mínima significativa (DMS) utilizada para discriminar as médias, bem como, o coeficiente de variação dos dados estão altos. Esse fato se deve a variabilidade dos atributos microbiológicos.

O C-BMS na área A3 foi 57% superior ao observado na A1 e superior ao observado na vegetação nativa (A4). Possivelmente isso se deu, em função de que, com o revolvimento do solo, há o aumento do contado dos resíduos da cultura com os microrganismos do solo. A maior disponibilidade de carbono, importante fonte de energia, contribui para o aumento da população microbiana (PADALTO et al., 2015).

**Tabela 2** C-BMS e qMIC sob sistemas de produção de mandioca no inverno. Dourados– MS, 2018.

Inverno	C-BMS ( $\mu\text{g de C g}^{-1}\text{ss}$ )	qMIC %
A1	128,20 a	1,57 b
A2	138,91 a	1,59 b
A3	201,43 a	3,43 a
A4	156,38 a	1,28 b
DMS	237,7	1,49
CV %	54,38	53,12

Tratamentos: **A1**= Palhada + mandioca **A2**= Palhada; **A3**= Plantio convencional; **A4**= Mata Nativa.

No sistema em que houve revolvimento do solo (A3) houve maior conversão de C microbiano em C orgânico. Apesar de valores maiores de qMIC serem indicadores de sustentabilidade, neste caso, valores maiores estão associados maior disponibilização de C para biomassa microbiana, em função da incorporação de resíduos vegetais, o que faz com que essa taxa de conversão seja superior ao observado em vegetação nativa (A4), ou seja, sistemas em equilíbrio. Valores de qMIC superiores a 1% indicam que ao longo do tempo há acréscimo de C no solo (JENKINSON e LADD, 1981), aspecto de relevante importância quando se considera solos arenosos. Outro aspecto é que 1 a 4 % do carbono orgânico do solo

é composto pelo C-BMS (WARDLE, 1994; SILVA et al., 2011), assim o sistema A3 apresenta valores próximos ao limite superior do que se considera adequado, pois toda matéria orgânica proveniente da cobertura vegetal de *Brachiaria ruziziensis* no solo foi incorporado ao perfil, aumentando assim o carbono da biomassa microbiana.

Quando a coleta de solo foi realizada no verão houve um incremento médio de 102,74% no C-BMS, quando comparado à coleta de inverno. A maior ocorrência de chuva no verão, associado à degradação da cobertura do solo e a presença de raízes da cultura da mandioca contribui para maior população e atividade microbiana. A atividade metabólica do solo é fortemente influenciada pela presença de raízes e materiais orgânicos em decomposição (De FEDE et al., 2001).

**Tabela3** C-BMS, C-CO<sub>2</sub>, qC-CO<sub>2</sub>, qMIC e cobertura vegetal sob sistemas de produção de mandioca no Verão. Dourados– MS, 2018.

Verão	C-BMS ( $\mu\text{g de C g}^{-1}\text{ss}$ )	C-CO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ ss dia}^{-1}$ )	qC-CO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g CO}_2/\mu\text{gC}_{\text{mich}}^{-1}$ )	qMIC %	Cobertura ton ha <sup>-1</sup>
A1	304 a	15 a	21 a	3.754	8.1
A2	296 a	16 a	25 a	3.410	6.2
A3	277 a	12 a	18 a	3.682	----
A4	390 a	15 a	17 a	3.406	----
DMS	234	17	495	2,6	
CV %	57	20	176	55	

Tratamentos: **A1**= Palhada + mandioca; **A2**= Palhada + mandioca; **A3**= Plantio convencional; **A4**= Mata Nativa.

A VN (A4) no verão apresentou C-BMS 44% maior que o sistema de produção de mandioca sob preparo convencional (A3), evidenciando que houve incremento da biomassa microbiana no início, logo após o revolvimento do solo, entretanto, com o tempo e após a decomposição dos resíduos, houve a morte destes microrganismos e importante redução do C-BMS. O preparo convencional do solo contribui para a destruição da estrutura do solo e consequentemente dos micro habitats onde se encontram os microrganismos.

Com relação aos demais sistemas na VN (A4), o C-BMS foi 28,28% maior que o sistema (A1), áreas sem revolvimento e com plantio sobre cobertura de *Brachiaria ruziziensis* sp. (Tabela 3). Esses resultados também foram observados por Mercante et al. (2008), segundo estes autores em ecossistema natural há maior equilíbrio natural, isso ocorre em função da maior diversidade de plantas e contínuo aporte de material orgânico.

Os valores de C-BMS estão acima dos encontrados por Mercante et al. (2008) e dentro dos níveis considerados adequados por Mendes et al.(2015) e por Silva et al.(2012). Assim o cultivo de *Brachiária ruzizienses* sp, pode ser uma estratégia viável para produção de cobertura e incremento da matéria orgânica em solos arenosos, além de contribuir para maior proteção contra processos erosivos.

A respiração microbiana (C-CO<sub>2</sub>) e atividade metabólica (qCO<sub>2</sub>) foram semelhantes entres os sistemas de manejo e uso de solo. Indicando, no primeiro caso que alterações na magnitude dos valores do C-BMS não se refletiram na atividade microbiana medida por meio da respiração e, tampouco, na eficiência microbiana. De forma semelhante Mercante et al. (2018) não ao estudar culturas de cobertura no cultivo de mandioca em solos arenosos, não observaram efeito dos sistemas de manejo sobre esta variável. Segundo estes autores, os efeitos dos sistemas de manejo desaparecem no decorrer do desenvolvimento da cultura da mandioca e a consequente diminuição dos resíduos na superfície do solo.

Independente do sistema de manejo e uso do solo, os valores de  $q_{MIC}$  estão dentro dos valores preconizados como ideais para sistemas em equilíbrio, ou seja, os sistemas de manejo tem sido eficientes e contribuído para que haja incorporação do C-BMS ao C orgânico do solo. É importante continuar avaliando este sistema ao longo do tempo, pois os valores de  $q_{MIC}$  observados neste trabalho, são discordantes e acima daqueles observados por outros autores em cultivo de mandioca sobre diferentes sistemas de manejo (ARAÚJO NETO, 2014; MERCANTE et al., 2008; SILVA et al., 2017) . Segundo Araújo Neto (2014),  $q_{MIC}$  elevados são resultantes a mineralização da biomassa vegetal no período chuvoso.

## 5. CONCLUSÃO

O preparo do solo aumenta a biomassa microbiana do solo inicialmente contribuindo para mineralização dos resíduos orgânicos.

Os sistemas de manejo não influenciaram significativamente os atributos microbiológicos do solo no primeiro ano de avaliação.

O cultivo de *Brachiaria ruzizienses* sp., pode ser uma estratégia viável para produção de cobertura vegetal e melhora nos indicadores microbiológicos do solo.

Para maior entendimento do sistema de manejo sobre atributos microbiológicos há necessidade de pesquisas em longo prazo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A Produção Agrícola Municipal.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=22566&t=resultados> Acesso em: nov/2018.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ZOLDAN JR., W. A. DECOMPOSIÇÃO DO RESÍDUO DE MILHO E VARIÁVEIS RELACIONADAS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa. Vol. 28, núm. 2, 2004, pp. 369-375
- CAMARGO FILHO, WALDEMAR PIRES; ALVES, HUMBERTO SEBASTIAO. **PRODUÇÃO E MERCADO DE MANDIOCA: análise de preços ao produtor.** Informações Econômicas, SP, v.34, n.9, set. 2004.
- CEMTEC - Centro de monitoramento de tempo, do clima e dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul.** Disponível em: [http://www.cemtec.ms.gov.br/?page\\_id=15](http://www.cemtec.ms.gov.br/?page_id=15). Acesso em: nov/2018.
- CLAESSEN MEC (Org.) (1997). **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. revisão atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS. p.212.
- FAO. 2018 **Food Outlook - Biannual Report on Global Food Markets – November 2018.** Rome. 104 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- FERREIRA FILHO, JOSÉ RAIMUNDO; SILVEIRA, HELTON FLECK DA; MACEDO, JOSÉ JARIO GAMA; LIMA, MARCELO BEZERRA; CARDOSO, CARLOS ESTEVÃO LEITE. **Cultivo, processamento e uso da mandioca- instruções práticas.** Embrapa. Brasília, DF 2013
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Save and Grow: Cassava A guide to sustainable production intensification.** 2013. 25p
- GOMES, J. de C. & LEAL, E.C. 2003. **Cultivo da mandioca para a região dos tabuleiros costeiros.** Embrapa Mandioca e Fruticultura, Sistemas de Produção, 11. Versão eletrônica. s/n. International Union for Conservation of Nature 1997. Red List of Threatened Plants. Magnoliopsida. Compiled.
- GRISI, B.M. & GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, 10:109-115, 1986.
- JENKINSON, D.S.; LADD, J.N. (1981). Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: Paul, E.A.; Ladd J.N (eds). **Soil biochemistry.** Marcel Deker. p.425-471.
- LISBOA, B.B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O. da; MARTINS, A. F.; SELBACH, P. A. (2012). Indicadores Microbianos de Qualidade do Solo em Diferentes Sistemas de Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36:45-55.

MATTOS, PEDRO LUIZ PIRES DE; FARIAS ALBA REJANE NUNES; FERREIRA FILHO, JOSÉ Raimundo. **MANDIOCA: o produtor pergunta, a Embrapa responde** **Coleção 500 perguntas, 500 respostas.** – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176 p.: il.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Sci. Agron.**, 34:479-485, 2008.

MOREIRA, FATIMA MARIA DE SOUZA; SIQUEIRA, JOSÉ OSWALDO. Microbiologia e Bioquímica do Solo. 2ª edição e ampl. Editora UFLA, 2006 729p

NOGUEIRA, MARCO ANTONIO; HUNGRIA, MARIANGELA. Indicadores Microbiológicos da Qualidade do Solo. **Sociedade Brasileira de solos-** Nucleo estadual do Paraná.2013

OTSUBO, AURO AKIO; PEZARICO, CARMEM REGINA. **A Cultura da Mandioca em Mato Grosso do Sul.** In: OTSUBO, AURO AKIO; MERCANTE, FABIO MARTINS; MARTINS, CELSO DE SOUZA. Aspectos do Cultivo da Mandioca em Mato Grosso do Sul. Embrapa. Dourados-MS. 2002

RIBEIRO, ANTONIO CARLOS; GUIMARAES, PAULO TÁCIO GONTIJO ALVAREZ, VICTOR HUGO. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais-5ª aproximação** - Viçosa, MG, 1999.

ROSCOE, RENATO; MERCANTE, FÁBIO MARTINS; SALTON, JÚLIO CESAR. **Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo em Sistemas Conservacionistas.** Modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. – Brasília : EMBRAPA-SPI, 2018

SILVA, R. F. da S.; GUIMARAES, M. de F.; AQUINO, A. M. de; MERCANTE, F. M.. **Análise conjunta de atributos físicos e biológicos do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília 2011, 46:1277-1283.

SOUZA, RODRIGO GOMES DE. Mandioca: **Raiz, Farinha e Fécula, Conjuntura Mensal.** CONAB. 03/2017. 8p.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S.. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. **Soil Biology & Biochemistry**, 1987. 19: 703-707p.

VILPOUX, O. **A cadeia de mandioca no Brasil.** Campo Grande: SEBRAE-MS, 2006. 82 p.

VILPOUX, OLIVIER FRANÇOIS. **Competitividade da Mandioca no Brasil como Matéria Prima para Amido.** Informações Econômicas, SP, v. 38, n.11, nov. 2008.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília:** Embrapa-SPI, 1994. p.419-436.

YEOMANS, J.C.; BREMMER, J.M.. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analyses**, 1989 19:1467-1476.