

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**

**CONSÓRCIO MILHO COM *Brachiaria brizantha* cv.  
Marandu E FONTES DE NITROGÊNIO NAS FRAÇÕES  
DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA  
PLANTIO DIRETO**

**FABIANE CARGNIN FACCIN**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

**CONSÓRCIO MILHO COM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu E  
FONTES DE NITROGÊNIO NAS FRAÇÕES DA MATÉRIA  
ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

**FABIANE CARGNIN FACCIN**

**Engenheira Agrônoma**

**Orientadora: PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> MARLENE ESTEVÃO MARCHETTI**

**Dissertação apresentada à Universidade  
Federal da Grande Dourados, como parte  
das exigências do Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia – Produção  
Vegetal, para obtenção do título de Mestre.**

**DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2015**

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

F137c	<p>Faccin, Fabiane Carginin. Consórcio milho com <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu e fontes de nitrogênio nas frações da matéria orgânica do solo em sistema de plantio direto. / Fabiane Carginin Faccin. – Dourados, MS : UFGD, 2015. 33f.</p> <p>Orientadora: Marlene Estevão Marchetti Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Fracionamento físico. 2. Matéria orgânica leve. 3. Matéria orgânica do solo. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD – 633.15</p>
-------	--

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

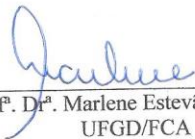
**CONSÓRCIO MILHO COM *Brachiaria brizantha* cv. Marandu E  
FONTES DE NITROGÊNIO NAS FRAÇÕES DA MATÉRIA  
ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO**

por

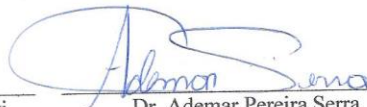
**Fabiane Cargin Faccin**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de  
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 30/04/2015



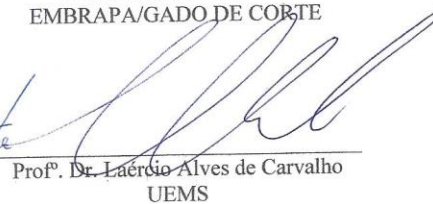
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Marlene Estevão Marchetti  
UFGD/FCA



Dr. Ademar Pereira Serra  
EMBRAPA/GADO DE CORTE



Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Elaine Reis Pinheiro Lourente  
UFGD/FCA



Prof.<sup>o</sup>. Dr. Laércio Alves de Carvalho  
UEMS

*Dedico este trabalho aos meus pais e  
meus irmãos.*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela minha saúde e por sempre guiar meus passos.

À Universidade Federal da Grande Dourados, através do Programa de Pós-graduação em Agronomia, que possibilitou a realização do curso de mestrado e deste trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo para execução do projeto de pesquisa.

À Fundação MS por disponibilizar a área experimental para execução do projeto de pesquisa.

À professora Dr.<sup>a</sup> Marlene Estevão Marchetti, pela orientação e ensinamentos.

Ao Dr.<sup>o</sup> Renato Roscoe e Dr.<sup>o</sup> Manoel Gonçalves pela co-orientação, sugestões e ensinamentos transmitidos a mim durante a execução deste trabalho.

À Dr.<sup>a</sup> Simone Candido Ensinas, por ter me dado o suporte necessário para realização das análises e computação de dados.

Aos membros da banca, Dr.<sup>o</sup> Ademar Pereira Serra, Dr.<sup>a</sup> Elaine Reis Pinheiro e Dr.<sup>o</sup> Laércio Alves Carvalho por terem aceitado o convite de participar da banca de defesa do mestrado.

Aos técnicos do Laboratório de Fertilidade do Solo da UFGD, João Machado e Camila Farah pelo auxílio durante as análises.

E a todos os meus amigos que torceram por mim e me ajudaram a concluir com êxito mais esta etapa.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>4. CONCLUSÕES.....</b>	<b>29</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>

## RESUMO

FACCIN, FABIANE CARGNIN. Universidade Federal da Grande Dourados, Abril 2015. **Consórcio milho com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e fontes de nitrogênio nas frações da matéria orgânica do solo em sistema plantio direto.** Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Estevão Marchetti.

A matéria orgânica tem sido utilizada como um indicador da qualidade do solo, considerando sua influência nos demais atributos essenciais para que o solo desempenhe suas funções químicas, físicas e biológicas. Visando investigar o comportamento desse indicador na avaliação de sistemas de manejo, foi utilizado um experimento de longa duração em Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa no município de Maracaju - MS. Objetivou-se determinar o efeito da combinação consórcio milho/*Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema plantio direto e diferentes fontes de N, nas frações da matéria orgânica do solo. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 4, sendo dois fatores estudados, o tipo de cultivo (com ou sem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu) e as fontes de nitrogênio (sem nitrogênio, ureia, ureia + sulfato de amônio e sulfato de amônio), arrançados em blocos casualizados com quatro repetições. O trabalho foi conduzido no período de 2005 a 2013, totalizando oito anos de avaliações do milho segunda safra e de soja, na área experimental, situada no município de Maracaju - MS, porém a coleta do solo foi realizada apenas no último ano, após a colheita do milho no outono/inverno de 2013, que foi realizada por meio de trincheira, coletando o solo em quatro profundidades (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm). Foram determinados os teores de carbono orgânico total (COT) e lábil (CL), nitrogênio total (NT) e lábil (NL), teores de carbono na fração particulada (COP) e mineral (COM) e matéria orgânica leve em água (MOL). O consórcio milho com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aumentou a disponibilidade de carbono orgânico total, carbono lábil e nitrogênio total. O consórcio milho com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aumentou a disponibilidade de carbono orgânico total, carbono lábil, matéria orgânica leve e nitrogênio total. O sulfato de amônio + ureia aumentou os teores de carbono orgânico total nas camadas de 0-5 cm, mas diminuiu estes teores na camada de 20-40 cm. O sulfato de amônio + ureia aumentou os teores de carbono orgânico mineral em todas as profundidades. A ureia aumentou os teores de nitrogênio total nas camadas de 0-5 cm, mas diminuiu os teores de nitrogênio lábil. Os maiores teores de carbono orgânico total, carbono lábil, carbono orgânico particulado, nitrogênio total e lábil foram verificados na profundidade de 0-5 e 5-10 cm.

**Palavras-chave:** fracionamento físico; matéria orgânica leve; matéria orgânica do solo.



## ABSTRACT

FACCIN, FABIANE CARGNIN. Universidade Federal da Grande Dourados, April 2015. **Intercropping corn with *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and nitrogen sources effects in soil organic matter fractionation.** Adviser: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marlene Estevão Marchetti.

Organic matter has been used as an indicator of soil quality, considering its influence in other important soil attributes to perform its duties. In order to investigate the potential of this indicator in evaluating management systems, we used a long-term experiment in an Oxisol in the Midwest region of Brazil. Because of this, the objective was to determine the effect of the combination corn intercropping / *Brachiaria brizantha* cv Marandu under no-tillage system and different sources of N in soil organic matter in the soil. The treatments were arranged in a factorial 2 x 4, two factors studied, the type of cultivation (with or without *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.); and sources of nitrogen (without nitrogen, urea, urea + ammonium sulfate and ammonium sulfate) in a randomized block design with four replications. The work was carried out from 2005 to 2013, totaling eight years of second-crop corn and soybean in spring/summer season in the experimental area of the MS Foundation, located in the city of Maracaju - MS, but the collection of soil was carried out only in the last year after the corn harvest in autumn / winter 2013. Soil Samples were collected by means of trench, collecting soil at four depths (0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm and 20-40 cm) and were determined the levels of total and labile organic carbon, total and labile nitrogen, content of particulate organic carbon and mineral fraction and light organic matter in water. Corn in intercropping with *B. brizantha* cv. Marandu increased the availability of total organic carbon, labile carbon and total nitrogen. The ammonium sulfate + urea increased the availability of total organic carbon in 0-5 cm depth, but this levels decreased in 20-40 cm dept. The ammonium sulfate increased the availability of mineral organic carbon at all depths. The urea increased the availability of total nitrogen in 0-5 cm depth, but this levels decreased in the labile nitrogen. The highest levels of total organic carbon, labile carbon, particulate organic carbon, total nitrogen and labile were observed in the 0-5 and 5-10 cm depths.

**Key-words:** physical fractionation; light organic matter; soil organic matter.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A região de Cerrado por apresentar relevo favorável à mecanização e solos com boas propriedades físicas tem sido considerada uma das áreas com grande importância no cenário agrícola para produção de alimentos e energia mundial (SIQUEIRA NETO et al., 2009). Nesta região, o cultivo em sucessão de soja e milho de segunda safra tem ocupado grandes áreas com relevante impacto sobre o agronegócio brasileiro.

Nas áreas cultivadas com a sucessão soja-milho tem se adotado o sistema plantio direto, pois, tal sistema apresenta grandes vantagens, uma vez que, proporciona incrementos nos teores de matéria orgânica e melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

A soja é a cultura que tem boa adaptação ao cultivo em sistema plantio direto, entretanto os sojicultores têm encontrado dificuldades na obtenção e manutenção da cobertura adequada do solo. Um dos motivos está na baixa relação C/N das culturas antecessoras à soja, levando a uma rápida decomposição dos resíduos vegetais, além da baixa produção de massa seca de algumas espécies. Neste contexto o consórcio milho com *Brachiaria* tem sido utilizado para aumentar a oferta de resíduos culturais e promover benefícios às culturas subsequentes.

De acordo com Ceccon (2007) a utilização do consórcio entre o milho e a *Brachiaria* é responsável pela permanência do milho como cultura de rendimento econômico na segunda safra e a *Brachiaria* traz ao sistema a cobertura vegetal, por produzir massa vegetal após a colheita do milho que permanece no solo até o momento da dessecação que antecede a semeadura da cultura seguinte, que normalmente é a soja.

Dentre os macronutrientes, o nitrogênio (N) é considerado um dos elementos fundamentais para o aumento na produtividade, uma vez que apresenta suma importância no metabolismo das plantas, participando como constituinte de moléculas e proteínas, coenzimas, ácidos nucléicos, citocromos e de moléculas de clorofila (MARSCHNER et al., 2012). A resposta ao N deve-se a alta demanda por esse nutriente na cultura do milho, especialmente em solos com alta fertilidade ou corrigidos, uma vez que o N não é acumulado no solo em formas prontamente disponíveis às plantas (PEREIRA et al., 2009). Assim, para se obter alta produtividade e tornar a cultura economicamente viável, a adubação nitrogenada é um dos fatores essenciais.

A dinâmica do N no solo está intimamente associada à dinâmica do carbono (C), apenas alterando os mecanismos de adição e de perda dos elementos no sistema. Além disso, solos degradados pelo cultivo e com baixos teores de carbono orgânico total (COT) normalmente são deficientes em N, o que limita a adição de C, principalmente, em sistemas constituídos por gramíneas. A inclusão de leguminosas nas rotações e a adubação nitrogenada constituem práticas altamente eficientes para o incremento dos estoques de COT e nitrogênio total (NT), melhoria da qualidade do solo e da produtividade das culturas.

Por sua vez, os fertilizantes nitrogenados constituem um dos mais altos custos da agricultura. Aliado a isso, a ureia, o fertilizante nitrogenado mais utilizado, depende em sua fabricação do petróleo, um recurso energético não renovável. Assim, em decorrência dos custos econômicos e ambientais relacionados à fertilização nitrogenada, o fornecimento adequado do nutriente, no momento correto e em dose adequada, é de fundamental importância para o desenvolvimento e sucesso da cultura.

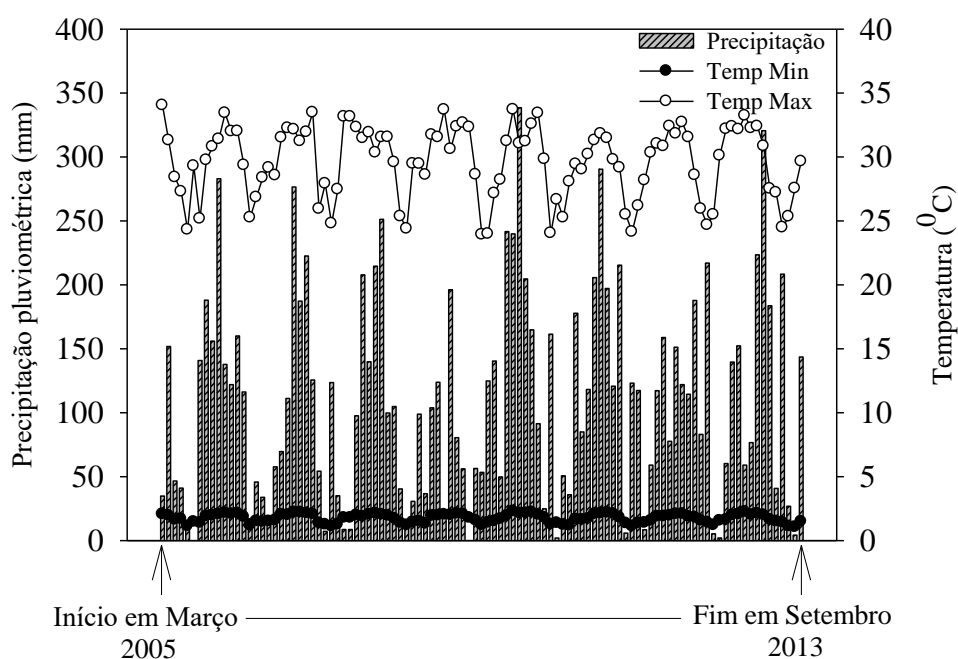
Para se obter a máxima eficiência do fertilizante nitrogenado é importante determinar as épocas em que esse nutriente é mais exigido pelas plantas, permitindo assim, corrigir a deficiência durante o desenvolvimento da cultura. A resposta à dose e parcelamento da adubação nitrogenada tem sido variável, uma vez que diversos fatores influenciam as transformações do N no solo. As transformações são mediadas por microrganismos e dependentes das condições edafoclimáticas, sobretudo do tipo de solo, da precipitação pluvial e da temperatura (CANTARELLA e DUARTE, 2004). No caso de culturas em sucessão, a recuperação do N pela cultura subsequente depende, entre outros fatores, das características dos resíduos vegetais deixados sobre o solo, das condições ambientais e do tipo de manejo adotado, assim como do genótipo utilizado (FERREIRA et al., 2009).

Devido ao exposto, objetivou-se com este trabalho determinar o efeito da combinação consórcio milho com *Brachiaria* sobre SPD e diferentes fontes de N, nas frações da matéria orgânica do solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no período de 2005 a 2013 no município de Maracaju-MS, nas coordenadas 21°38'17,04'' S e 55°9'14,07'' W com 405 metros de altitude. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa (SANTOS et al., 2013).

O clima da região é o tropical úmido, com chuvas no verão e com seca no inverno, classificado como Aw segundo a classificação de Köppen (1948), com temperatura média anual de 27°C e precipitação média anual de 1500 a 1750 mm. Na figura 1 estão apresentados os dados de precipitação pluvial e temperatura no período correspondente à condução dos experimentos.



**Figura 1.** Precipitação pluvial e temperatura ocorrida durante a condução dos experimentos (2005 a 2013), Maracaju, MS.

O experimento foi iniciado no outono/inverno de 2005 e finalizado no outono/inverno de 2013, totalizando nove cultivos de milho segunda safra (milho safrinha) e oito cultivos de soja.

As características químicas antes da instalação do experimento encontram-se na Tabela 1. Determinaram-se o pH ( $\text{CaCl}_2$ ), teor de matéria orgânica, acidez potencial ( $\text{H}+\text{Al}$ ), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), soma de bases trocáveis

(SB), e capacidade de troca de cátions (CTC), e saturação por bases (V%), conforme metodologia descrita por Claessen et al. (1997).

**Tabela 1.** Atributos químicos iniciais do solo. Maracaju-MS.

	Profundidade	
	0-20 cm	20-40 cm
pH (CaCl <sub>2</sub> )	5,05	4,79
MOS (g dm <sup>-3</sup> )	34,20	22,97
P (mg dm <sup>-3</sup> )	31,49	5,10
K <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,79	0,22
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,90	3,10
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,0	0,65
H+Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,10	4,54
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0	0,19
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,69	3,97
CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	10,23	7,07
V (%)	56,15	55,61
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	390	
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	310	
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	300	

MOS\_Matéria orgânica do solo; CTC\_Capacidade de troca de cations; SB\_soma de bases; V(%)\_volume de saturação por bases.

No ano de 2005 antes da semeadura do milho, aplicou-se 2,0 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico e 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola. A calagem e a gessagem foram realizadas ao mesmo tempo e a lanço sem incorporação.

O experimento foi instalado no delineamento fatorial 2x4, totalizando oito tratamentos (Tabela 2), sendo um fator a consorciação milho com *B. brizantha* cv. Marandu e milho sem consorciação e o outro fator foi fontes de adubo nitrogenado (sem nitrogênio, ureia, ureia + sulfato de amônio e sulfato de amônio) arranjos em delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais apresentaram dimensão de 5,0 metros de largura por 12,0 metros de comprimentos, totalizando 60 m<sup>2</sup> de área cultivada.

**Tabela 2.** Resumo dos tratamentos avaliados nesta pesquisa, composto por fontes de nitrogênio e consórcio de *B. brizantha* cv. Marandu

<b>Tratamentos</b>	<b>Fonte de Nitrogênio</b>	<b>Dose kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>Consórcio de milho com <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu</b>
1	Ausência de N	-	Não
2	Ausência de N	-	Sim
3	Ureia	89	Não
4	Ureia	89	Sim
5	Ureia + Sulfato de Amônio	44 + 95	Não
6	Ureia + Sulfato de Amônio	44 + 95	Sim
7	Sulfato de Amônio	190	Não
8	Sulfato de Amônio	190	Sim

Para a formação do consórcio milho com *B. brizantha* cv. Marandu foi semeado 2,5 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras e viáveis de *B. brizantha* cv Marandu com auxílio de uma semeadora automotriz, com espaçamento de 20 cm, e na sequência foi realizado a semeadura do milho de segunda safra utilizando o espaçamento de 0,80 m, foram semeadas 7 sementes por metro linear. A adubação de plantio do milho foi realizada no sulco de semeadura utilizando 300 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 12-15-15 com o mesmo híbrido de milho. As sementes de milho foram tratadas com o produto Imidaclopido + tiodicarbe na dose de 300 mL 20 kg<sup>-1</sup> de sementes, além disso, foram realizadas aplicações com inseticidas e fungicidas para o controle de pragas e doenças, respectivamente. O nitrogênio, em cobertura, foi aplicado no estágio V4 da cultura do milho, totalizando 40 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio em cada safra de milho.

Após a colheita do milho as parcelas eram dessecadas para o plantio da soja. A dessecação foi realizada em duas etapas: a primeira 30 dias antes da semeadura aplicando-se 3 L ha<sup>-1</sup> de glifosato + 0,8 L ha<sup>-1</sup> de 2,4D; a segunda era realizada vinte dias após a primeira onde era aplicado 1,5 L ha<sup>-1</sup> de glifosato.

A semeadura da soja foi realizada utilizando semeadora específica no espaçamento de 45 cm. Foi realizada adubação de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 00-20-20, no sulco de plantio. As sementes foram tratadas com piraclostrobina + tiofanato metílico + fipronil (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes), CoMo Plus (100 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes) e com o inoculante Gel Fix 5 (200 mL 50 kg<sup>-1</sup> de sementes). Este manejo foi realizado em todos os anos de avaliações.

Após a colheita da última safra do milho (26/09/2013) realizou-se a coleta das amostras de solo. As amostras de solo foram coletadas por meio da abertura de trincheiras de 0,45 m de largura x 0,4 m de profundidade. Coletou-se as amostras de solo nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm.

As amostras compostas foram encaminhadas para o laboratório de solos, onde foram secas à sombra, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm para a realização da determinação do carbono orgânico total, carbono lábil, carbono orgânico particulado, carbono orgânico associado aos minerais, matéria orgânica leve em água e nitrogênio total e lábil.

O teor de carbono orgânico total (COT) foi determinado por meio da metodologia descrita com Yeomans e Bremmer (1988). Segundo esta metodologia foram pesadas 0,5 g de terra fina seca ao ar (TFSA) passada em peneira de malha de 0,210 mm em tubo de destilação, em cada tubo foi adicionado 5 mL da solução de  $K_2Cr_2O_7$  0,167 mol L<sup>-1</sup> e 7,5 de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P.A. Os tubos foram levados ao bloco de digestão durante 30 minutos na temperatura de 170°C. Após este período, o conteúdo dos tubos foi transferido para um recipiente de 100 mL, neste recipiente foi colocado 50 mL de água destilada. A titulação de cada amostra foi realizada com solução de sulfato ferroso amoniacal na presença de três gotas da solução indicadora de ferroína.

O carbono lábil foi determinado pesando 1 g de TFSA passada em peneira de malha de 0,210 mm em tubos de centrifuga. Em cada tubo de centrífuga adicionou-se 25 mL da solução de permanganato de potássio (0,033 mol L<sup>-1</sup>). Os tubos de centrífuga foram agitados durante uma hora a 130 rpm em agitador horizontal e centrifugados a 130 rpm por uma hora. Após este processo pipetou-se 100 µL do sobrenadante em tubos de ensaio e adicionou-se 10 ml de água destilada. A determinação do teor de carbono lábil foi realizada em espectrofotômetro em comprimento de onda de 565 nm, sendo o carbono lábil estimado a partir da equação da curva padrão (SHANG e TIESSEN, 1997).

Para o fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo foi realizado de acordo com Cambardella e Elliott (1992). Com este fracionamento foram obtidas a fração de carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânica associado aos minerais (COAM). De acordo com esta metodologia, 20 g de TFSA foram pesadas em um recipiente de 100 mL juntamente com 60 mL da solução de hexametáfosfato de sódio. As amostras foram agitadas durante 15 horas em agitador horizontal. Em seguida transferiu-se o conteúdo dos recipientes para peneira de malha de 0,053 mm. O material retido na peneira representou o COP que foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 50°C,

moído em almofariz de porcelana e determinado o teor de carbono de acordo com método de Yeomans e Bremmer (1988). O carbono orgânico associado aos minerais foi obtido pela subtração do COT do COP.

A determinação da matéria orgânica leve foi realizado por meio da metodologia descrita por Anderson e Ingram (1989), modificada por Mendonça e Matos (2005), de acordo com esta metodologia foram pesados 50 g de TFSA em bécker de 250 mL e adicionado-se 100 mL da solução de NaOH. Em seguida os béckeres ficaram em repouso por um período de 16 horas. Após este período a suspensão contida no bécker foi agitada com bastão de vidro e todo o material transferido para peneira de malha de 0,25 mm, durante este processo eliminou-se toda a fração argila e silte. Posteriormente, o material retido na peneira (MOL e areia) foi transferido novamente para o bécker, completando-se o volume com água. Todo o material flotado foi passado por peneira de 0,25 mm, tomando-se cuidado para separar a MOL da fração areia. Foi adicionado novamente água ao bécker, agitando-se manualmente para ressuspender a MOL restante e vertendo o material vagorosamente em peneira de 0,25 mm. Essa operação foi repetida até que todo o material flotado com a agitação em água fosse removido. O material que ficou retido na peneira (MOL) foi levado à estufa a 65 °C até atingir peso constante.

Para a determinação do nitrogênio total foi utilizado o método de Kjeldahl descrito por Tedesco et al. (1985), onde 0,3 g de solo foram transferidas para tubos de destilação juntamente com 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> P.A. e mistura digestora. A digestão das amostras foi realizada em bloco digestor até atingir a temperatura de 350°C. Após a digestão, as amostras foram levadas ao destilador e a destilação foi realizada com solução de NaOH (10 mol L<sup>-1</sup>) e solução indicadora de ácido bórico. A solução foi transferida para balão volumétrico de 1000 mL completando o volume restante com água destilada. A titulação foi realizada com solução de HCl 0,1 mol L<sup>-1</sup>

Para a determinação do nitrogênio lábil foi pipetado 10 mL do sobrenadante da solução que foi agitada em agitador horizontal a 130 rpm por 1 h do carbono lábil, e centrifugada a 2500 rpm em tubo de Kjeldahl. Não foi realizada a etapa de digestão, sendo levada para destilação, adicionando 25 mL de NaOH (10 mol L<sup>-1</sup>), e, posteriormente, titulada com HCl 0,002 mol L<sup>-1</sup>.

Os dados foram submetidos à análise de variância por meio do teste F a 5% de probabilidade, e quando apresentaram resultados significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade, utilizando o programa computacional SAEG.



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre fontes de nitrogênio, profundidade e tipo de cultivo para nenhum dos atributos avaliados ( $p > 0,05$ ). A interação entre fontes de nitrogênio e tipo de cultivo foi significativa ( $p \leq 0,05$ ) para carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COM). Para matéria orgânica leve (MOL) houve efeito significativo a 1% de probabilidade ( $p \leq 0,01$ ). Já para carbono lábil (CL), nitrogênio total (NT) e nitrogênio lábil (NL) não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3).

Para a interação entre profundidade e tipo de cultivo verificou-se efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para o COT e a para o NL ( $p \leq 0,05$ ). Para os demais atributos analisados não houve efeito significativo ( $p > 0,05$ ). Houve interação significativa ( $p \leq 0,01$ ) entre profundidade e fontes de nitrogênio para o COT e para o COM ( $p \leq 0,05$ ), os demais atributos não apresentaram efeito significativo (Tabela 3).

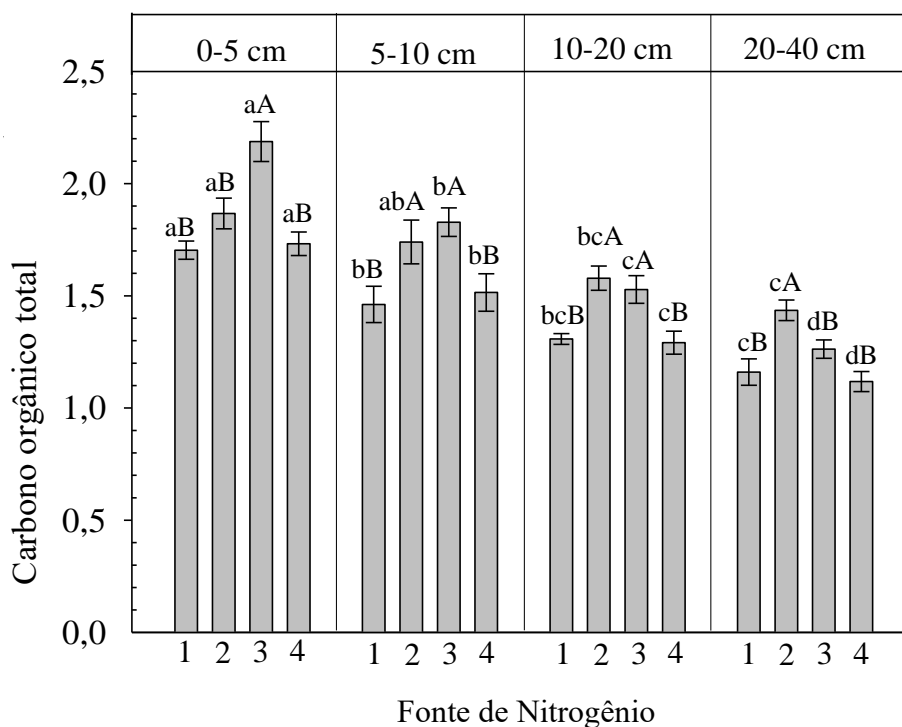
O COT, CL, COP, COM e NT foram influenciados significativamente ( $p \leq 0,01$ ) quando se avaliou o efeito isolado de profundidade, fonte de nitrogênio e tipo de cultivo. A MOL foi influenciada estatisticamente apenas quando se avaliou o efeito isolado da profundidade. E para o NL houve efeito significativo quando se avaliou o efeito isolado da profundidade e fontes de nitrogênio (Tabela 3).

**Tabela 3** – Resumo de análises de variância para carbono orgânico total (COT), carbono lábil (CL), teores de carbono na fração particulada (COP), teores de carbono na fração mineral (COM), matéria orgânica leve em água (MOL), nitrogênio total (NT) e nitrogênio lábil (NL). Dourados, UFGD, 2015.

		COT	CL	COP	COM	MOL	NT	NL
Variáveis	GL	-----F-----						
Bloco	3	1.87 <sup>ns</sup>	1.05 <sup>ns</sup>	0.09 <sup>ns</sup>	0.914 <sup>ns</sup>	2.78 <sup>ns</sup>	2.30 <sup>ns</sup>	0.852 <sup>ns</sup>
D <sup>†</sup>	3	140.066**	24.166**	39.577**	7.981**	84.18**	22.485**	12.013**
N <sup>††</sup>	3	46.119**	32.526**	4.131**	18.527**	0.703 <sup>ns</sup>	5.729**	10.241**
TC	1	27.106**	8.576**	10.663**	13.135**	2.240 <sup>ns</sup>	22.189**	0.311 <sup>ns</sup>
DxN	9	4.026**	0.344 <sup>ns</sup>	0.779 <sup>ns</sup>	2.089*	0.812 <sup>ns</sup>	1.004 <sup>ns</sup>	1.926 <sup>ns</sup>
DxTC	3	10.771**	2.468 <sup>ns</sup>	0.486 <sup>ns</sup>	1.311 <sup>ns</sup>	0.673 <sup>ns</sup>	0.944 <sup>ns</sup>	0.345*
NxTC	3	11.3956**	2.278 <sup>ns</sup>	5.808**	7.537**	2.965*	1.393 <sup>ns</sup>	2.083 <sup>ns</sup>
NxDxTC	9	1.4180 <sup>ns</sup>	0.789 <sup>ns</sup>	1.143 <sup>ns</sup>	1.564 <sup>ns</sup>	0.854	1.023 <sup>ns</sup>	0.395 <sup>ns</sup>
CV (%)		8.38	19.80	32.12	23.68	66.85	20.96	26.20

\*\* significativa a 0.01% de probabilidade teste *F*. <sup>NS</sup> não significativa. \* significativa a 0.05% de probabilidade teste *F*. GL = grau de liberdade; <sup>†</sup>D = profundidade; <sup>††</sup>N = fonte de nitrogênio.

Para a variável COT, quando se comparou as fontes de nitrogênio com as diferentes profundidades observou-se que o tratamento com sulfato de amônio mais ureia propiciou os maiores resultados na profundidade de 0-5 cm. Na profundidade de 5-10 cm e 10-20 cm a utilização do sulfato de amônio + ureia e ureia proporcionaram os maiores valores de COT diferindo estatisticamente das demais fontes. (Figura 2).



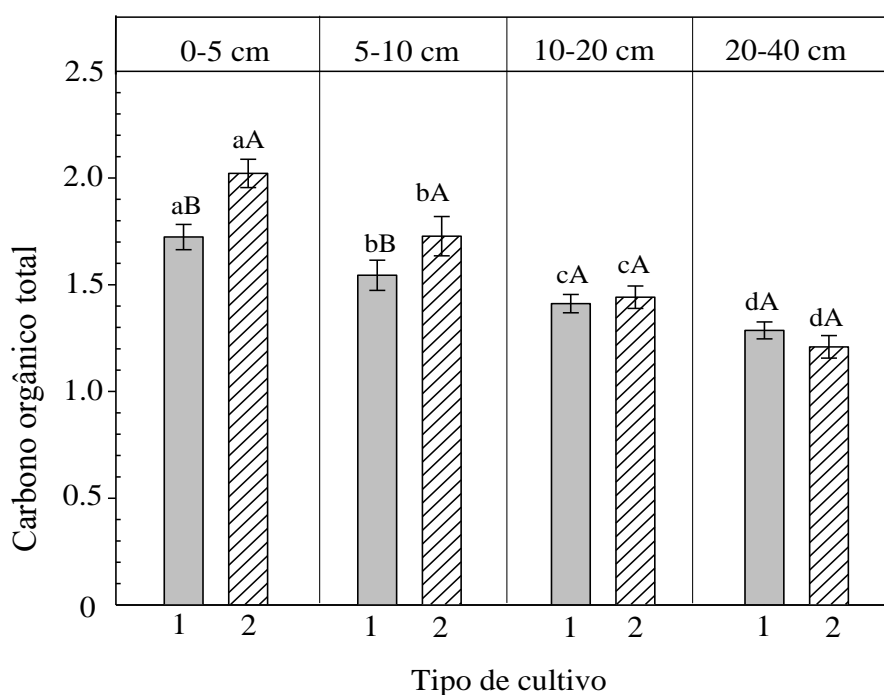
**Figura 2:** Teores médios de Carbono Orgânico Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio) para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio e letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

O benefício nas fontes de nitrogênio no incremento dos valores de COT estão relacionados ao fato do N ser elemento essencial na síntese de substâncias húmicas (STEVENSON, 1994) e evidências sugerem que ele tem importante papel na humificação e formação de compostos orgânicos estáveis no solo (DIJKSTRA et al., 2004). O aumento de deposição de N via fertilizante ou fixação biológica, pode levar à redução na decomposição do húmus do solo (MATZNER, 2002), incrementar a formação de C não lábil (HAGEDORN et al., 2003), resultando em acúmulo de MOS estabilizada (substâncias húmicas) em manejo de culturas anuais da região tropical (LOVATO et al., 2004).

Com relação ao efeito da profundidade de amostragem foram verificados os maiores teores de COT na profundidade de 0-5 cm independente da fonte de nitrogênio

utilizada (Figura 2). O maior acúmulo de carbono na superfície do solo pode estar associado à maior deposição de resíduos vegetais pelas plantas associado ao fato de que no sistema plantio direto o revolvimento só ocorre na linha de semeadura, o que também contribui para esta elevação. De maneira geral, em sistemas em que existe associação de culturas com grande aporte de resíduos em plantio direto ocorre o acúmulo de grande quantidade de carbono orgânico (LAL et al., 2004). Salton et al. (2011) também constataram estudando teor e dinâmica do carbono no solo em sistemas de integração lavoura-pecuária o maior teor nas camadas superficiais do solo decrescendo com a profundidade.

Com relação ao tipo de cultivo houve diferenças estatísticas apenas na camada superficial do solo até 10 cm, sendo observado que o uso do milho de segunda safra consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu apresentou os maiores teores de COT em relação ao cultivo de milho solteiro (Figura 3).

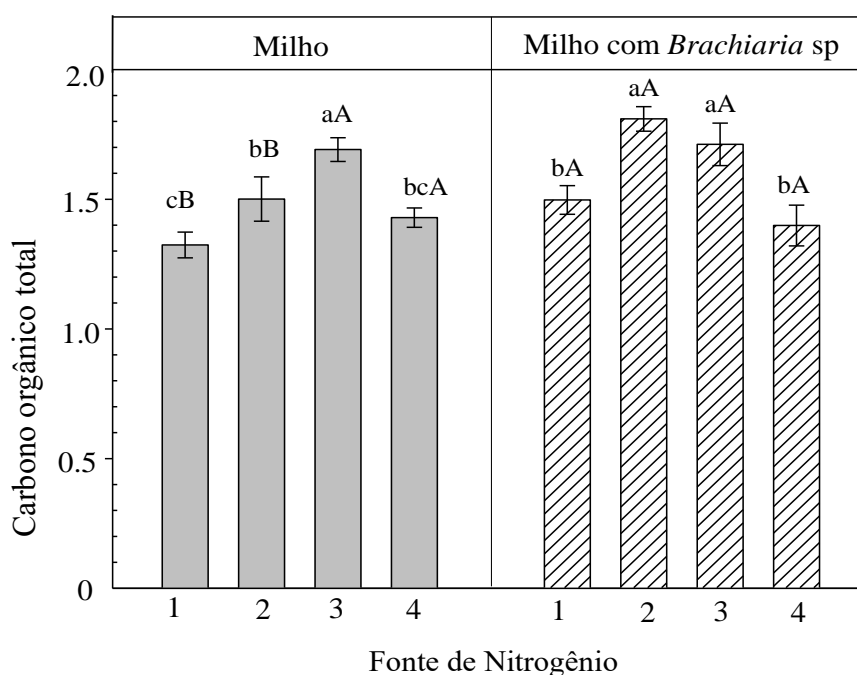


**Figura 3:** Teores médios de Carbono Orgânico Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo (1: milho e 2: milho com *Brachiaria* sp) para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo e letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Tal resultado pode estar associado a grande deposição de material vegetal pela *Brachiaria* principalmente na superfície do solo. Souza et al. (2009) também observaram aumento de COT em sistemas de integração gramíneas com soja em plantio direto.

Já em relação ao efeito da profundidade em ambos os sistemas de cultivo foi constatado nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, os maiores teores em relação às demais profundidades, sendo que a utilização do milho com *Brachiaria* sp apresentou incremento maior no COT na superfície do solo em relação ao uso do milho solteiro (Figura 3). Isto se deve ao fato de culturas com sistema radicular abundante e agressivo, como de gramíneas forrageiras, alocarem maior fração do C fotossintetizado para as raízes do que culturas anuais (SHAMOOT et al., 1968), sendo assim mais eficientes em aumentar os teores de COT do solo. Silva et al. (2011) estudando áreas com integração lavoura-pecuária no Cerrado após quatro e oito anos de implantação observaram elevados estoques de COT neste sistema.

Para as fontes de N, os maiores teores de COT foram obtidos para milho solteiro quando se utilizou sulfato de amônio + ureia diferindo significativamente das demais fontes. Já para o milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu, a utilização da ureia e do sulfato de amônio + ureia promoveram os maiores valores de COT (Figura 4).

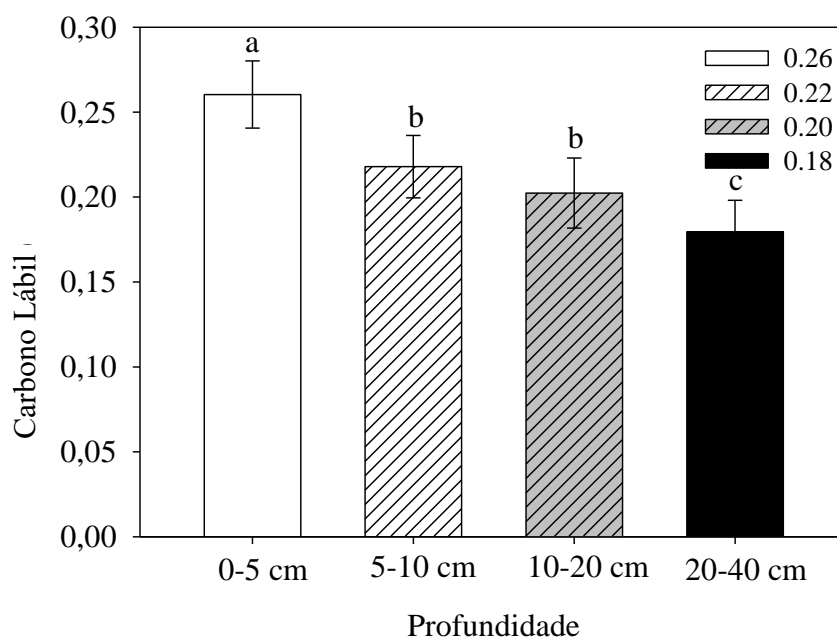


**Figura 4:** Teores médios de Carbono Orgânico Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo e das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo e letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

Os maiores teores de CL foram verificados na camada superficial do solo diferindo estatisticamente das demais profundidades isto ocorre devido à maior adição de

resíduos pelas culturas na superfície do solo (Figura 5). Tal efeito também foi constatado por Leite et al. (2013) que verificaram os teores mais elevados de carbono lábil na superfície do solo.

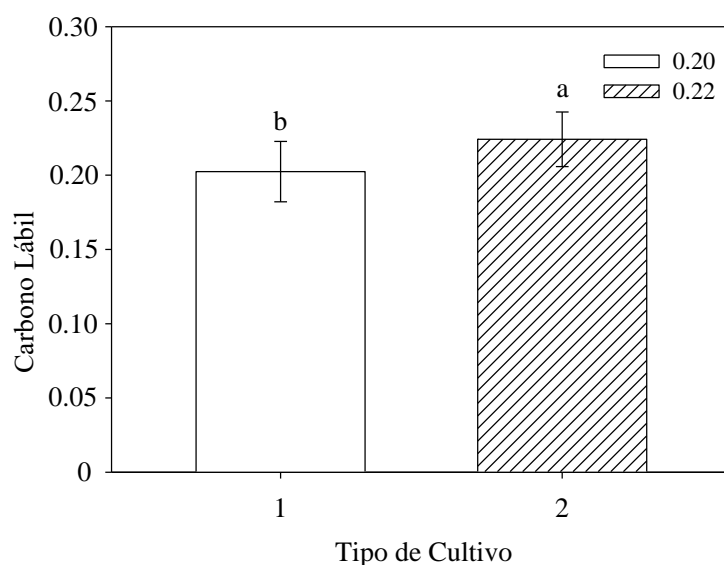
O acúmulo de carbono lábil na superfície pode ter papel importante na disponibilidade de nutrientes para as espécies vegetais, uma vez que, frações da MOS que têm ciclagem mais rápida, como CL, são extremamente importantes, pois contribuem para ciclagem de nutrientes, visto que são fontes de energia mais prontamente disponíveis para os microrganismos responsáveis por esta ciclagem (JANZEN et al., 1992).



**Figura 5:** Teores médios de Carbono Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

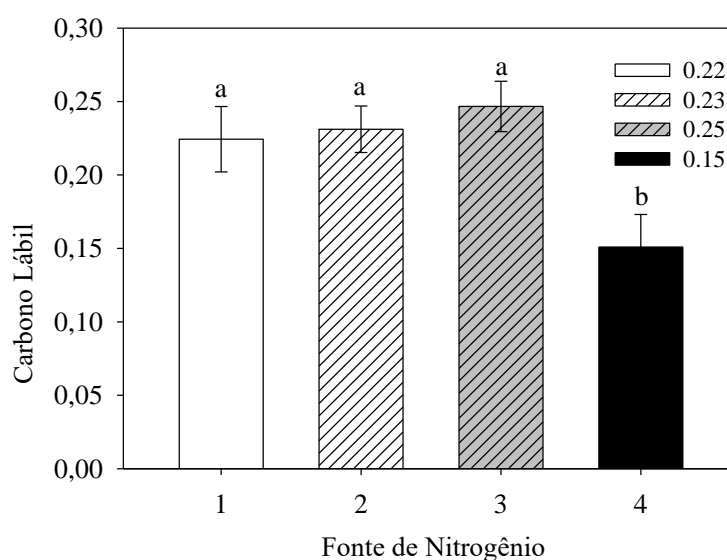
Na comparação entre o tipo de cultivo para o carbono lábil (CL), a utilização do milho de segunda safra consorciado com *Brachiaria* proporcionou os maiores valores de carbono lábil diferindo estatisticamente do milho solteiro (Figura 6).

O incremento nos valores de CL quando a *Brachiaria* foi utilizada no sistema pode ser explicado pelo fato de as plantas forrageiras, tais como as gramíneas, depositarem grandes quantidades de material orgânico, por serem plantas de ciclo fotossintético C4 e, também, devido ao seu sistema radicular explorar maiores profundidades (MORAES et al., 2008).



**Figura 6:** Teores médios de Carbono Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo (1: milho, 2: milho com *Brachiaria* sp). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo. Dourados, UFGD, 2015.

Na comparação entre as fontes de nitrogênio para o CL, a utilização do sulfato de amônio promoveu os menores teores de CL diferindo estatisticamente das demais fontes avaliadas (Figura 7).

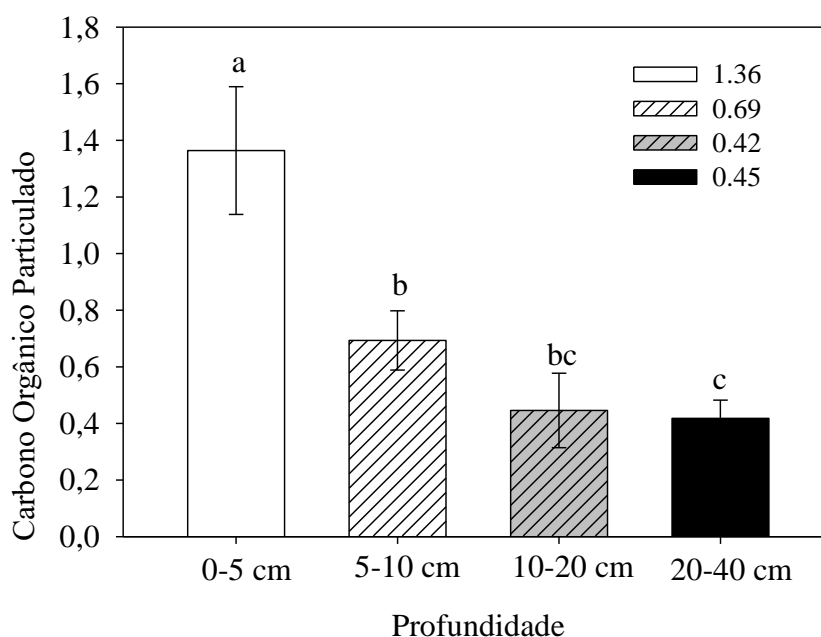


**Figura 7:** Teores médios de Carbono Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

Tal resultado pode estar associado ao fato desta fonte de nitrogênio ter favorecido a maior atividade dos microrganismos promovendo a maior decomposição da

matéria orgânica do solo. No entanto, Potrich et al. (2014) constataram que a adubação nitrogenada proporcionou aumentos nos teores de CL, em função da disponibilidade inicial de materiais prontamente disponíveis que foram decompostos e assim elevaram o teor de CL no solo, porém ao final das épocas de avaliação foi verificada redução nos teores, sendo este fato atribuído a maior recalitrância dos resíduos remanescentes.

Para a variável COP na profundidade de 0-5 cm observaram-se valores altos diferindo estatisticamente das demais profundidades (Figura 8). Os maiores valores de COP foram observados na profundidade de 0-5 cm estão relacionados com a adição de resíduos vegetais ao solo, de modo que, quanto maiores forem às adições, mais elevados serão os teores de COP. Nesta forma como no sistema plantio direto ocorre maior adição e acúmulo de resíduos vegetais na superfície do solo é de se esperar maiores aportes de COP na camada superficial do solo.

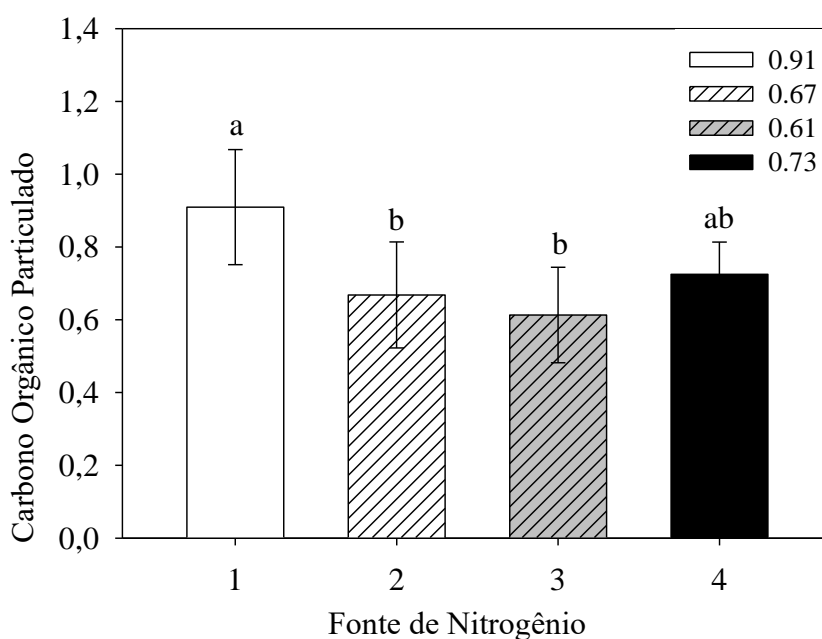


**Figura 8:** Teores médios de Carbono Orgânico Particulado ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das profundidades. Letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Nicoloso (2005) avaliando a influência do aumento da intensidade de utilização das pastagens de inverno e diferentes sistemas de culturas de verão sobre a dinâmica da MOS e de suas frações granulométricas constatou que o COP foi mais eficaz para avaliar as modificações nos teores de carbono orgânico decorrentes do manejo, em especial nos primeiros centímetros do solo (0,0–2,5 e 2,5–5,0 cm).

Os resultados obtidos por Nicoloso (2005) e também os encontrados neste estudo demonstram que a variação dos teores de COP entre as diferentes áreas estudadas, na profundidade de 0-5 cm, é dependente da adição de resíduos vegetais, ou seja, sistemas de uso do solo que propiciem a adição desses resíduos na superfície do solo influenciam a manutenção dos valores de COP.

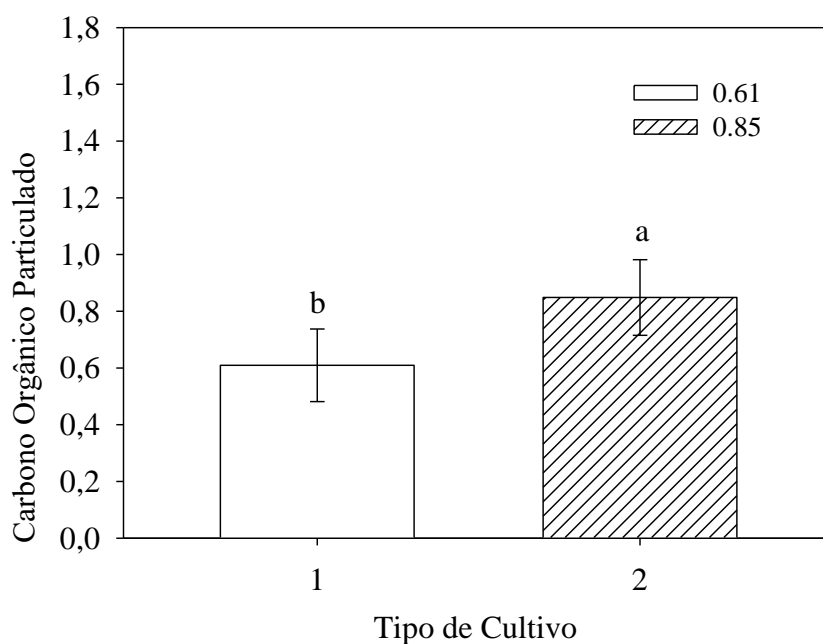
Já em relação às fontes, os melhores resultados foram observados quando não se utilizou nitrogênio, no entanto, tal tratamento não diferiu do uso de sulfato de amônio (Figura 9). Diante de tais resultados, as fontes de nitrogênios não influenciaram no aumento dos teores de COP.



**Figura 9:** Teores médios de Carbono Orgânico Particulado ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

Em relação aos tipos de cultivo, o milho consorciado com *Brachiaria* sp. apresentou os maiores valores de COP quando comparado ao milho solteiro (Figura 10). Estudos mostram que as *Brachiarias* apresentam grande potencial de fornecimento de carbono ao solo, por apresentarem grande adição de resíduos vegetais e sistema radicular extenso que é constantemente renovado (SILVA e MIELNICZUK, 1997).



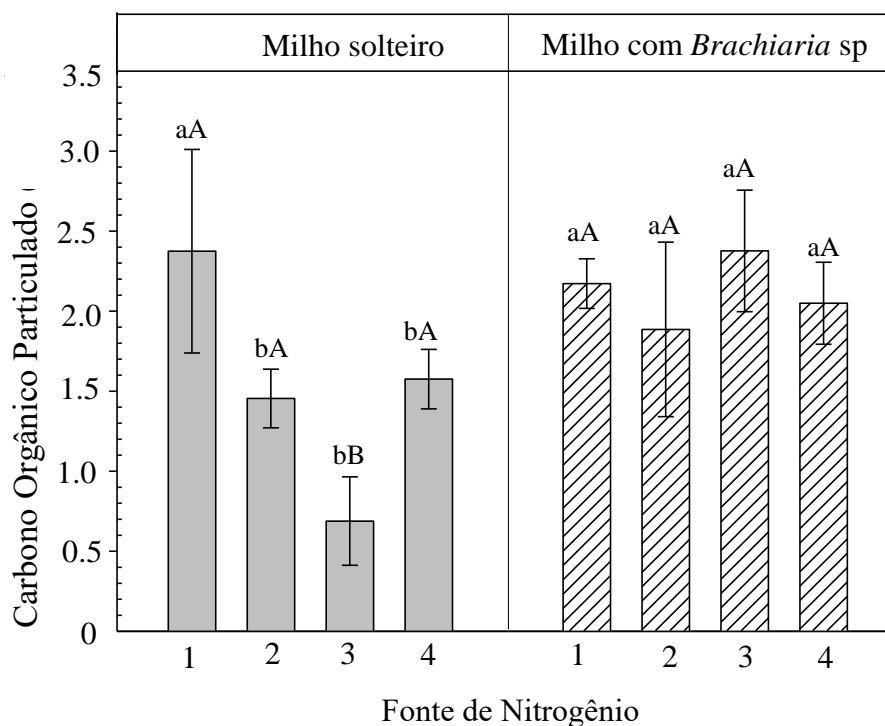


**Figura 10:** Teores médios de Carbono Orgânico Particulado ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo (1: milho, 2: milho com *Brachiaria* sp). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo. Dourados, UFGD, 2015.

Ainda quanto ao COP, comparando as diferentes fontes dentro de cada tipo de cultivo, quando foi utilizado o milho solteiro, os melhores resultados foram observados na ausência de nitrogênio, já para o milho + *Brachiaria* sp. não foram observadas diferença significativa entre as fontes (Figura 11).

Para a comparação do efeito das fontes de nitrogênio em função do tipo de cultivo, houve redução do COP com o uso do milho solteiro quando se utilizou sulfato de amônio + ureia (Figura 11).

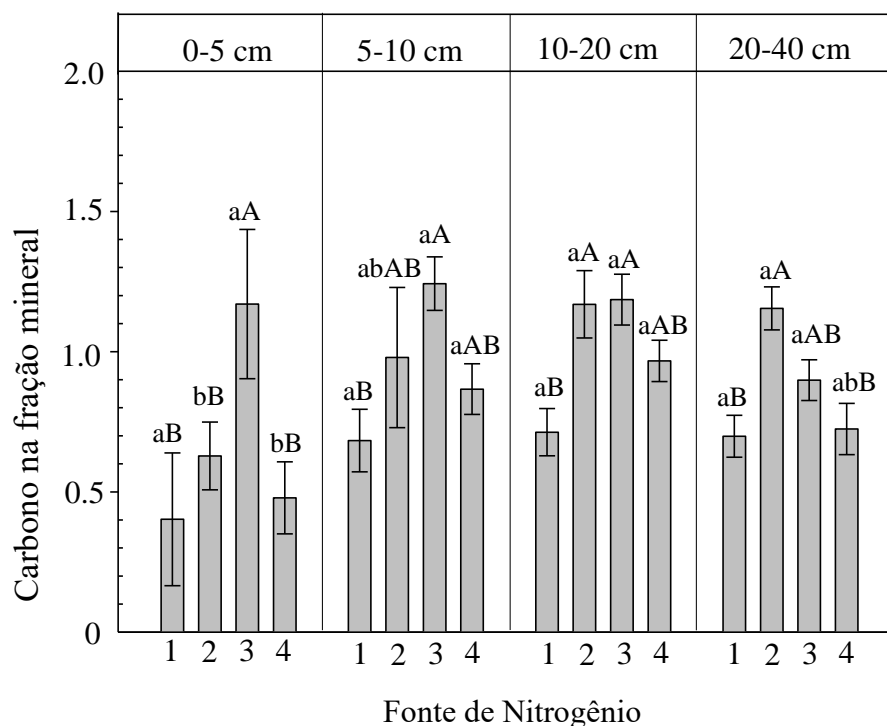
A variação nos teores de COP, em função das fontes de nitrogênio pode estar associada ao fato desta fração da matéria orgânica ser bastante sensível às práticas de manejo do solo, podendo assim ser facilmente alteradas conforme as variações no aporte de material vegetal, tipo de adubação e preparo do solo (BAYER et al., 2002).



**Figura 11:** Teores médios de Carbono Orgânico Particulado ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função do tipo de cultivo e das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio) Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para profundidade e letras minúsculas não diferem entre si para fonte de nitrogênio Dourados, UFGD, 2015.

Com relação ao carbono orgânico na fração mineral (COM), os maiores valores na profundidade de 0-5 cm foram observados quando se utilizou como fonte de nitrogênio, o sulfato de amônio + ureia diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Nas profundidades de 5-10 e 10-20 cm, o sulfato de amônio + ureia também proporcionaram os maiores valores, porém não diferiram em relação ao uso isolado de ureia e sulfato de amônio. Para a profundidade de 10-20 cm, o COM foi maior quando se utilizou como fonte de N a ureia, diferindo estatisticamente do tratamento sem nitrogênio e do uso do sulfato de amônio (Figura 12).

De maneira geral, observa-se que a utilização de nitrogênio em especial sulfato de amônio + ureia proporcionaram aumento do COM, o que pode estar relacionado ao efeito do nitrogênio na formação de frações mais recalcitrantes da matéria orgânica do solo.

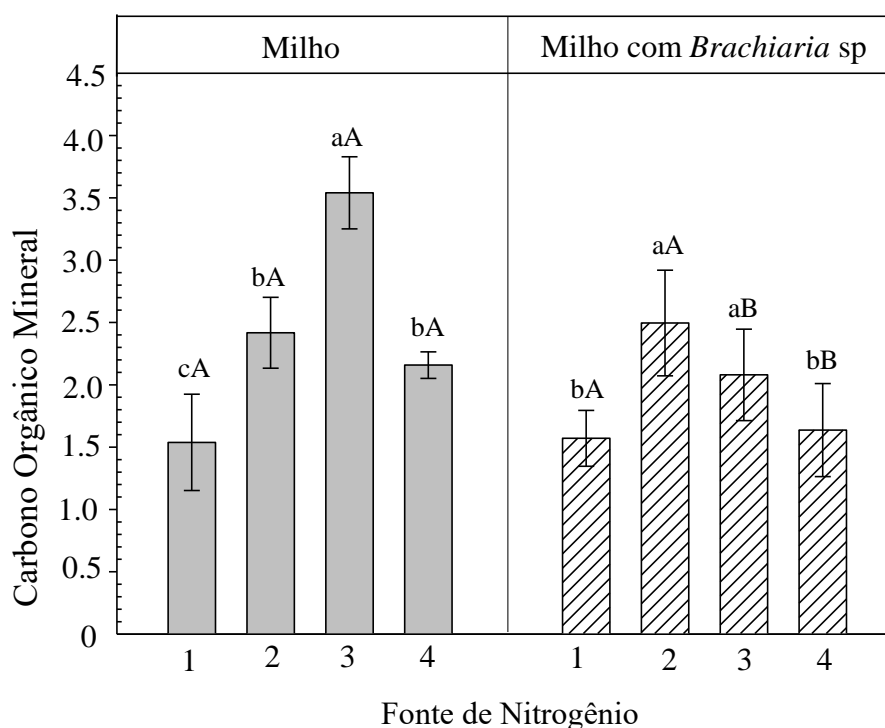


**Figura 12:** Teores médios de Carbono Orgânico Mineral ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio) para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio, letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Para o milho solteiro a fonte ureia + sulfato de amônio apresentou os melhores resultados, no milho consorciado com *Brachiaria* sp., a utilização da ureia e sulfato de amônio + ureia promoveram os melhores resultados diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (Figura 13).

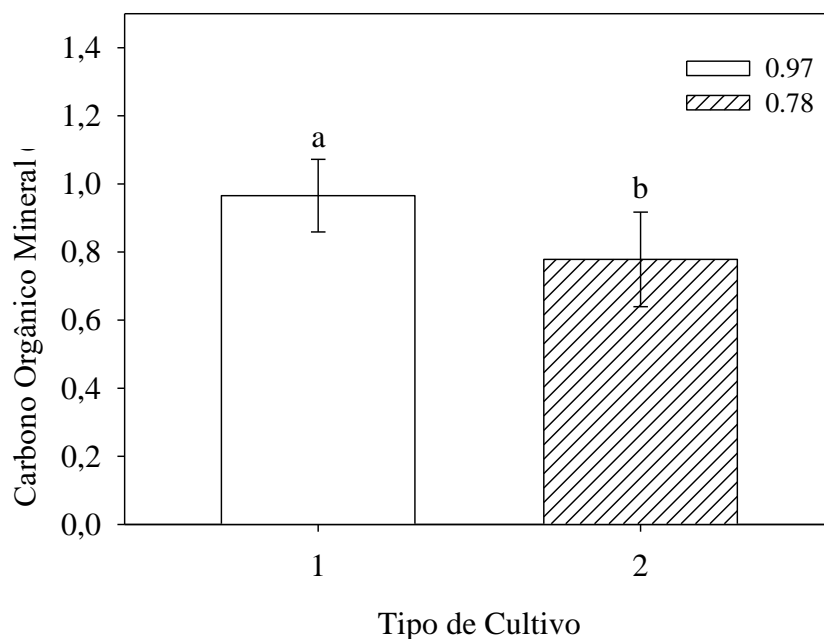
A utilização do milho solteiro quando se utilizou como fonte de nitrogênio sulfato de amônio + ureia e ureia isolado foram superiores estatisticamente ao milho consorciado com *Brachiaria* nestas mesmas fontes (Figura 13).

Resultados que indica que independe do sistema de cultivo, a utilização de nitrogênio promove aumento de carbono em frações estáveis da matéria orgânica. Segundo Souza et al. (2009), aumentos de carbono no solo estão relacionados a aumentos na disponibilidade de nitrogênio no sistema solo-planta.



**Figura 13:** Teores médios de Carbono Orgânico Mineral ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio) e dos diferentes tipos de cultivo. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo, letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

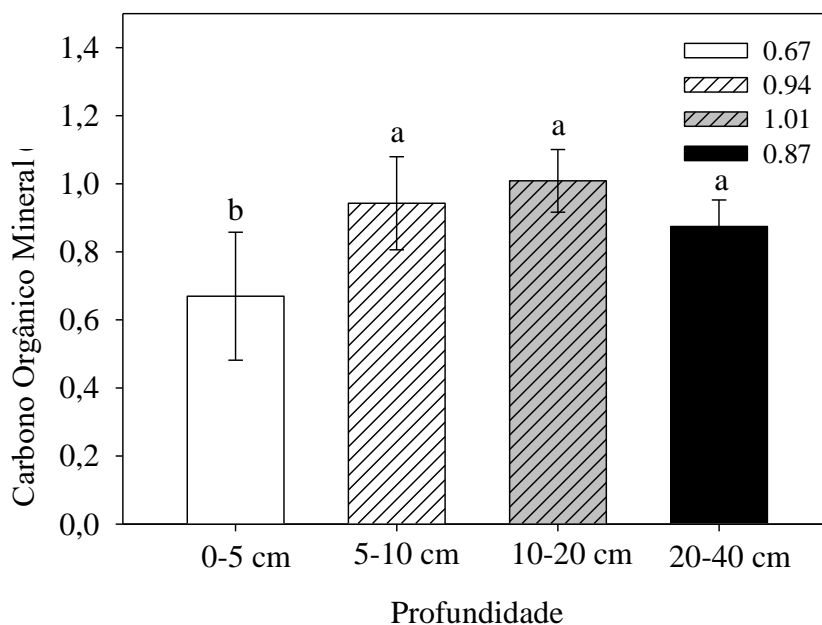
Comparando o milho solteiro com o milho consorciado com a *Brachiaria* sp os melhores resultados foram obtidos quando se utilizou o milho solteiro, diferindo dos resultados apresentados anteriormente (Figura 14). É importante ressaltar que o sistema plantio direto por possibilitar maior permanência do carbono no solo proporciona efeitos positivos na manutenção do COM. Assim, o aumento dos valores de COM está mais associado ao sistema de manejo do solo do que em relação ao efeito das culturas utilizadas no sistema.



**Figura 14:** Teores médios de Carbono Orgânico Mineral ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo (1: milho, 2: milho com *Brachiaria* sp. Letras minúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo. Dourados, UFGD, 2015.

Com relação ao efeito da profundidade de amostragem, os maiores valores de COM foram observados quando nas profundidades de 5-10, 10-20 e 20-40 cm (Figura 15). De acordo com Bayer et al., (2004) o COM corresponde ao carbono orgânico associado às frações silte e argila, apresentando avançado grau de humificação sendo normalmente menos sensíveis às alterações de manejo, principalmente em curto prazo.

Os teores mais elevados de COM na subsuperfície do solo pode estar associada à maior estabilidade dos agregados nesta profundidade, contribuindo assim para maior estabilização da matéria orgânica do solo. A maior permanência do carbono nas frações mais recalcitrantes (COM) pode ser explicada pela interação dos complexos organo-minerais que se formam em Latossolos, ocorrendo assim fortes associações da matéria orgânica humificada com argilas caulínicas e oxídicas, características desses solos. Além disso, o maior teor de argila neste tipo de solo aumenta o número de microporos e com isso os potenciais de estabilização da matéria orgânica contra ataques biológicos (HARTMAN et al., 2014).

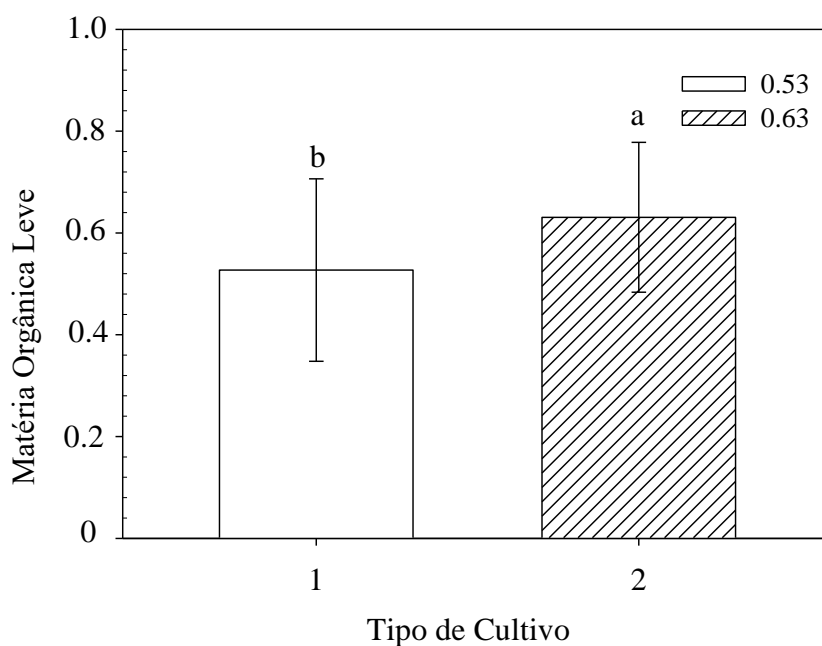


**Figura 15:** Teores médios de Carbono Orgânico Mineral ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das diferentes fontes de nitrogênio. Letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Em relação a variável MOL, o cultivo do milho consorciado com *Brachiaria* obteve melhores resultados diferindo estaticamente da utilização do milho solteiro (Figura 16). Assim como COP, a MOL está relacionada com o aporte de resíduos vegetais ao solo.

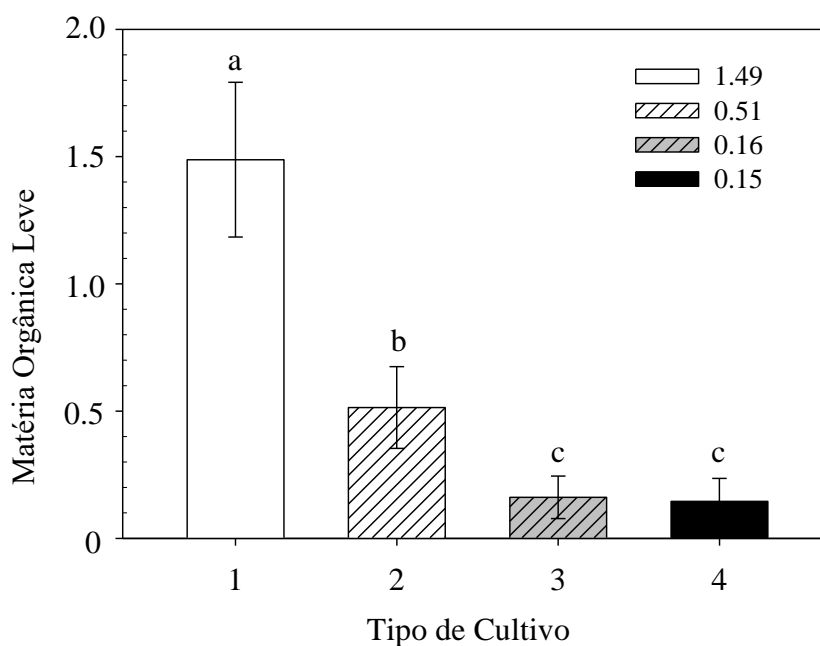
Resultados semelhantes foram observados por Pereira et al. (2010) que verificaram os maiores teores de MOL em áreas em sistema plantio direto cultivadas com milho e soja sobre os resíduos vegetais da *Brachiaria* em solo de Cerrado.

A MOL é constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição e apresenta um tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos (MARIN, 2002). O seu acúmulo no solo resulta em maior fornecimento de substrato para o crescimento microbiano, o que reflete em liberação de nutrientes por meio da ciclagem da biomassa microbiana, além de recuperar o equilíbrio biológico do solo e melhorar sua qualidade (ANDERSON e INGRAM, 1989).



**Figura 16:** Teores médios de Matéria Orgânica Leve ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos diferentes tipos de cultivo (1: milho, 2: milho com *Brachiaria* sp). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo. Dourados, UFGD, 2015.

Já em relação às fontes de nitrogênio, a ausência do uso do nitrogênio possibilitou incremento significativo nos valores de MOL em relação às demais fontes de nitrogênio (Figura 17). Resultado que pode estar associado ao fato de que o uso de nitrogênio na adubação pode ter contribuído na maior decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo, reduzindo assim os teores de carbono nas frações mais lábeis da MOS. De acordo com Vitti et al. (2008) na ausência da adubação nitrogenada houve menor decomposição dos resíduos vegetais adicionados ao solo.

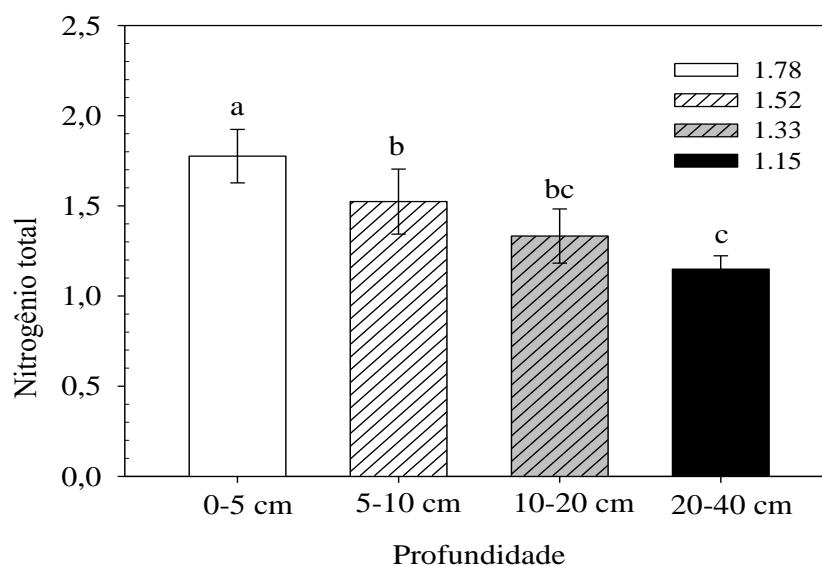


**Figura 17:** Teores médios de Matéria Orgânica Leve ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos diferentes das fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

Para o NT, os valores mais elevados foram observados na profundidade de 0-5 cm diferindo significativamente das demais profundidades (Figura 18). A ausência de diferença estatística entre as fontes de nitrogênio no consórcio na profundidade de 0-5 cm pode estar associada a maior presença de matéria orgânica do solo, com isso independente da fonte de nitrogênio utilizada houve grande teor de nitrogênio total.

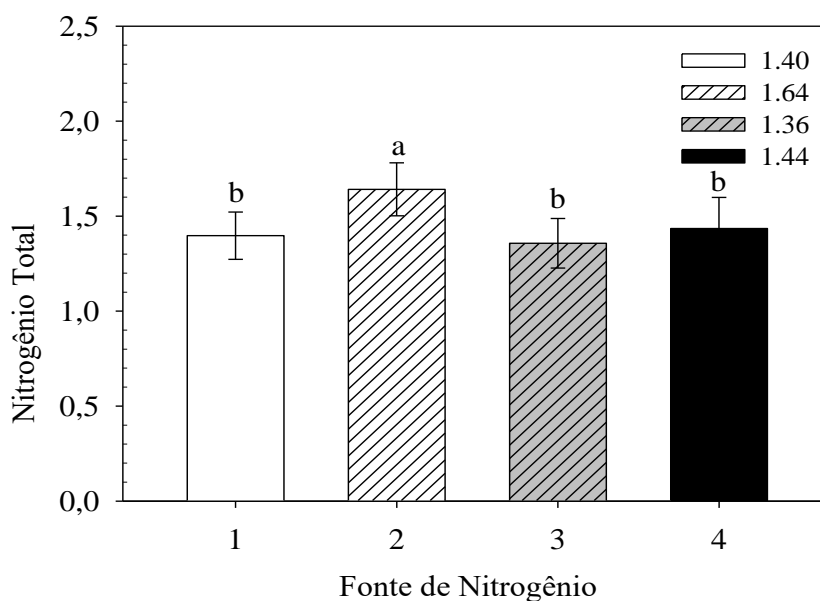
O maior acúmulo de nitrogênio foi verificado na profundidade de 0-5 cm diferindo estatisticamente das demais profundidades (Figura 18). Grande parte do nitrogênio no solo está associado a matéria orgânica do solo, desta forma é de se esperar maiores valores de nitrogênio total onde há maior acúmulo de matéria orgânica. Caetano et al. (2013) também observaram os maiores teores de nitrogênio na superfície do solo, em razão principalmente do seu aporte pela decomposição dos resíduos culturais pelos sucessivos cultivos agrícolas.





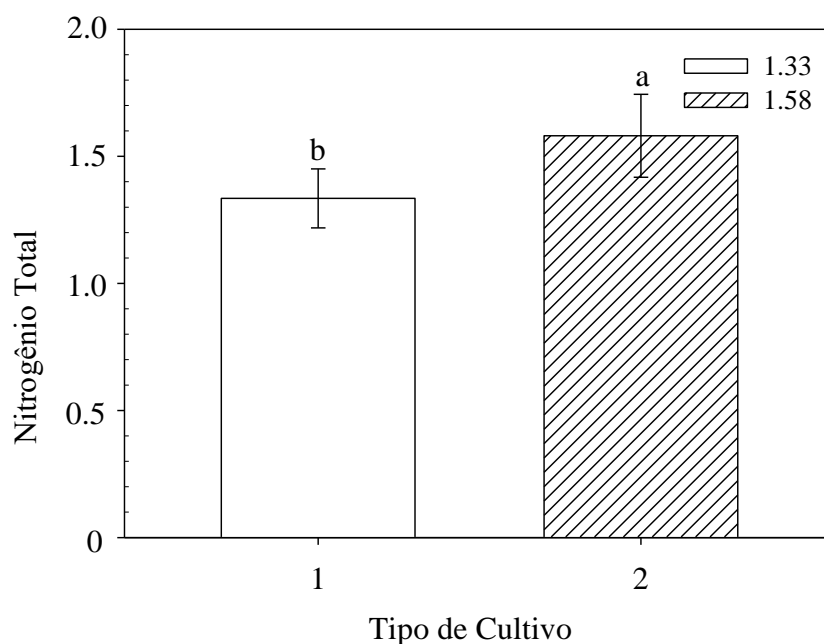
**Figura 18:** Teores médios de Nitrogênio Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em diferentes profundidades. Letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Em relação às fontes de nitrogênio, a utilização de ureia proporcionou os maiores valores de nitrogênio total diferindo significativamente dos demais tratamentos (Figura 19). Possivelmente a maior aplicação de ureia pode ter contribuído mais na produção de biomassa do sistema radicular, fato que pode estar associado ao menor efeito da ureia na redução do pH do solo em comparação com o sulfato de amônio o que pode levar ao menor acúmulo de biomassa radicular devido ao ambiente mais ácido para o desenvolvimento das raízes.



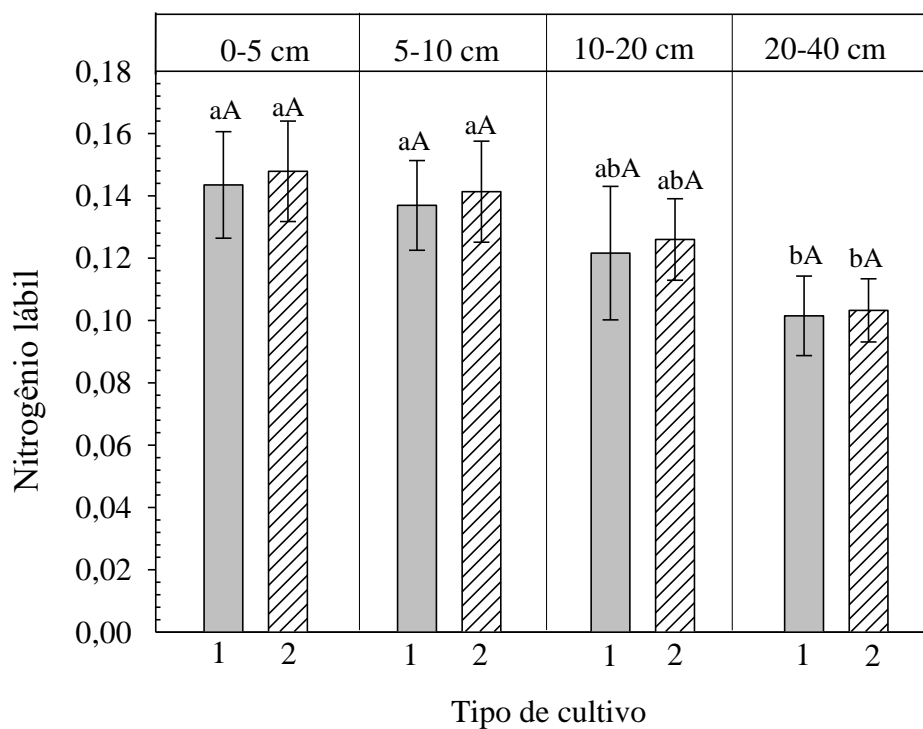
**Figura 19:** Teores médios de Nitrogênio Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das diferentes fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

Em relação ao tipo de cultivo para NT, a utilização do milho consorciado com *Brachiaria* foi superior estatisticamente ao uso do milho solteiro (Figura 20). Os benefícios das gramíneas no aumento da matéria orgânica do solo está relacionados ao fato de apresentarem boa adaptação às condições edafoclimáticas do Cerrado, sistema radicular bastante extenso e em constante renovação, que associado ao elevado potencial de produção de matéria seca, são capazes de, em pouco tempo, alterar os níveis de matéria orgânica e de nutrientes do solo.



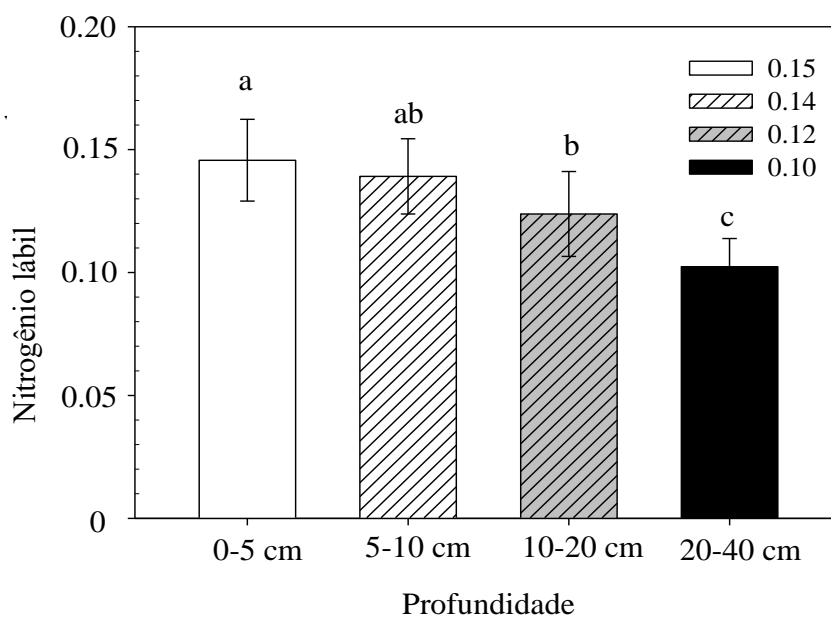
**Figura 20:** Teores médios de Nitrogênio Total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos diferentes tipos de cultivo (1: milho, 2: milho com *Brachiaria* sp). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo. Dourados, UFGD, 2015.

Já para o NL não houve diferença estatística em relação ao tipo de cultivo em nenhuma das profundidades avaliadas, já com relação ao efeito da profundidade em função do tipo de cultivo, os maiores incrementos de nitrogênio lábil foram constatados nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm diferindo estatisticamente da profundidade de 20-40 cm (Figura 21). De acordo com Silva et al. (2011), em sistemas conservacionistas, com revolvimento do solo somente na linha de plantio, rotação de culturas, manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, proporciona decomposição lenta do material vegetal depositado favorecendo assim o acúmulo de nitrogênio lábil no solo.



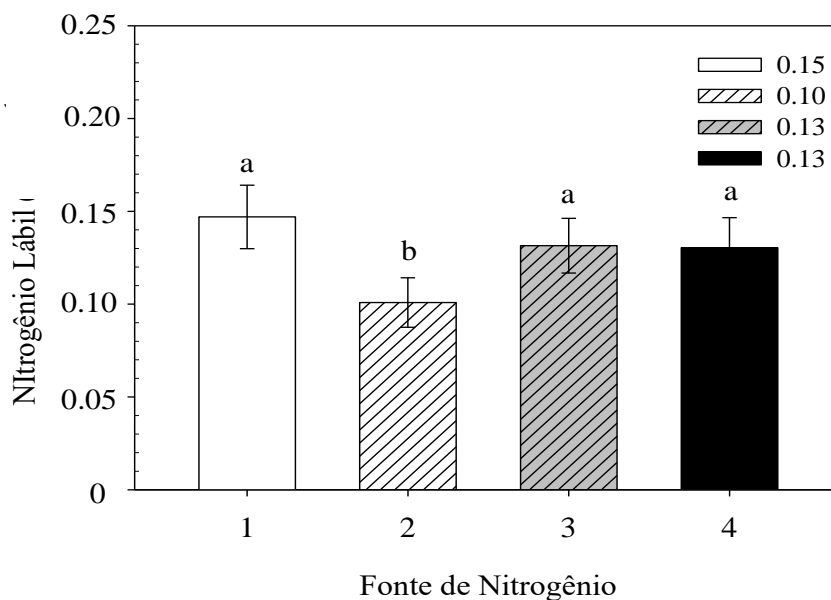
**Figura 21:** Teores médios de Nitrogênio Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função dos tipos de cultivo para as profundidades de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. Letras maiúsculas iguais não diferem entre si para tipo de cultivo, letras minúsculas iguais não diferem entre si para profundidade. Dourados, UFGD, 2015.

Quando comparado isoladamente as profundidades observou-se também que o NL diminuiu com a profundidade, isto se deve ao fato do nitrogênio lábil estar associado à matéria orgânica do solo e por isso quanto mais matéria orgânica, maior é o teor de nitrogênio e, como na superfície a adição de material orgânica é maior, o nitrogênio tende a ser maior nessa camada (Figura 22).



**Figura 22:** Teores médios de Nitrogênio Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das diferentes profundidades, Dourados, UFGD, 2015.

Na comparação entre as fontes de nitrogênio, a utilização de ureia afetou negativamente os teores de nitrogênio lábil em comparação as demais fontes utilizadas (Figura 23).



**Figura 23:** Teores médios de Nitrogênio Lábil ( $\text{g kg}^{-1}$ ) em função das diferentes fontes de nitrogênio (1: sem nitrogênio, 2: ureia, 3: sulfato de amônio + ureia e 4: sulfato de amônio). Letras minúsculas iguais não diferem entre si para fonte de nitrogênio. Dourados, UFGD, 2015.

#### 4. CONCLUSÕES

O consórcio milho com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu aumentou a disponibilidade de COT, CL, MOL e NT. O sulfato de amônio + ureia aumentou os teores de COT nas camadas de 0-5 cm, mas diminuiu estes teores na camada de 20-40 cm. O sulfato de amônio + ureia aumentou os teores de COM em todas as profundidades. A ureia aumentou os teores de NT nas camadas de 0-5 cm, mas diminuiu os teores de NL. Os maiores teores de COT, CL, COP, NT e NL foram verificados na profundidade de 0-5 e 5-10 cm.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.M., INGRAM, J.S.I. **Tropical soil biology and fertility**: a handbook of methods. Wallingford: CAB International, 1989, 276 p.

BAYER, C.; MARTIN NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.7, p.677-683, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L.; ERNANI, P.R. Stocks and humification degree of organic matter fractions as affected by no-tillage on a subtropical soil. **Plant and Soil**, v.238, p.133-140, 2002.

CAETANO, J.O.; BENITES, V. de M.; SILVA, G.P.; da SILVA, I.V.; de ASSIS, R.L.; FILHO, A.C. Dinâmica da matéria orgânica de um Neossolo Quartzarênico de cerrado convertido para o cultivo em sucessão de soja e milheto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa**, v.37, n.5, p.1245-1255, 2013.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of America Journal**, Madison v.56, p.777-783, 1992.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. **Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho**. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Eds). Tecnologia de produção de milho. 2004. p.139-182.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, ano 17, n.97, p.17-20, 2007.

CLAESSEN, M.E.C. (Org.). **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. revisão atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997, 212p.

DIJKSTRA, F. A.; HOBBIE, S. E.; KNOPS, J. M. H.; REICH, P. B. Nitrogen deposition and plant species interact influence soil carbon stabilization. **Ecology Letters**, v.7, p.1192-1198. 2004.

FERREIRA, A. O.; SÁ, J. C. M.; BRIEDIS, C.; FIGUEIREDO, A. G. Desempenho de genótipos de milho cultivados com diferentes quantidades de palha de aveia-preta e doses de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.173-179, 2009.

HAGEDORN, F.; SPINNLER, D.; SIEGWOLF, R. Increased N deposition retards mineralization of old soil organic matter. **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.1683-169. 2003.

HARTMAN, D.D.C.; SÁ, J.C. de M.; BRIEDIS, C.; dos SANTOS, J.Z.; SCHIMIGUEL, R. Evidências de saturação de carbono em solos sob plantio direto em agro-ecossistemas subtropical e tropical no Brasil. **Synergismus Scientifica**, Pato Branco, v.9, n.1, p.1-6, 2014.

JANZEN, H.H.; CAMPBELL, C.A.; BRANDT, S.A.; LAFOND, G.P.; TOWNLEY-SMITH, L. Light fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, v.56, p.1799-1806, 1992.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

LAL R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. **Science**, Amsterdam, v.304, n.1, p.1623-1627, 2004.

LEITE, L.F.C.; ARRUDA, F.P.; COSTA, C.N.; FERREIRA, J.S.; HOLANDA, M.R. Qualidade química do solo e dinâmica de carbono sob monocultivo e consórcio de macaúba e pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1257-1263, 2013.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo e com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.175-187, 2004.

MARIN, A.M.P. 2002. **Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo**. 83f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

MARSCHNER, H.; HAWKESFORD, M.; HORST, W.; KICHEY, T.; LAMBERS, H.; SCHJOERRING, J.; MOLLER, I.S; WHITE, P. **Mineral nutrition of higher plants: functions of macronutrients**, v.3, p.135-151, 2012.

MATZNER, K. M. E. Nitrogen content of forest floor Oa layers affects carbon pathways and nitrogen mineralization. **Soil Biology Biochemistry**, v.34, p.1807-1813, 2002.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005.

MORAES, L. F. D.; CAMPELLO, E. F. C.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na reserva biológica de Poço das Antas, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.2, p.193-206, 2008.

NICOLOSO, R.S. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas de integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto**. 2005. 150f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

PEREIRA, M.G.; LOSS, A.; BEUTLER, S.J.; TORRES, J.L.R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.508-514, 2010.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1685-1694, 2009.



POTRICH, D.C.; MARCHETTI, M.E.; POTRICH, D.C.; ENSINAS, S.C.; SERRA, A.P.; da SILVA, E.F.; de SOUZA, N.H. Decomposição de resíduos de cana-de-açúcar submetidos a diferentes doses de nitrogênio. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.35, n.4, p.1751-1760, 2014.

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. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.10, p.1349-1356, 2011.

SANTOS, H.G., JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C., OLIVEIRA, V.A., LUBRERAS, J.F., COELHO, M.R., ALMEIDA, J.A., CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. (ed.). 2013. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. edição revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 353p.

SHAMOOT, S.; Mac DONALDS, L.; BARTHOLOMEW, W. V. Rhizodeposition of organic matter debris in soil. *Soil Science Society of America Journal*, v.32, p.817-820, 1968.

SHANG, C.; TIESSEN, H. Organic matter lability in tropical Oxisol: Evidence from shifting cultivation, chemical oxidation, particle size, and magnetic fractionations. *Soil Science*, Baltimore, v.162, p.795-807, 1997.

SILVA, E.F.; LOURENTE, E.P.R.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T.; FUJII, G.C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.46, n.10, p.1321-1331, 2011.

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

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; SCOPEL, E.; COSTA JÚNIOR, C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Carbono total e atributos químicos com diferentes usos do solo no Cerrado. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.31, p.709-717, 2009.

SOUZA, E.D.; ELY, S.; COSTA, V.G.A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P.C.F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetidos a intensidades de pastejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.33, n.5, p. 1829-1836, 2009.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry**: Genesis, Composition and Reactions. 2.ed. New York, Willey & Sons Inc., 1994. 496p.

TEDESCO, J.M.; WOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 156p. Boletim Técnico, 5.

VITTI, A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; CANTARELLA, H.; FRANCO, H. C. J.; FARONI, C. E.; OTTO, R.; TRIVELIN, M. O.; TOVAJAR, J. G. Mineralização da palhada e crescimento de raízes de cana-de-açúcar relacionados com a adubação nitrogenada de

plantio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 2757-2762, 2008. Especial.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n.13, p.1467-1476, 1988.