UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

ATRIBUTOS FISICO-HIDRICOS E PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO SOB APLICAÇÃO DE RESIDUOS AGRICOLAS

MILTON RODRIGUES DE SOUZA JUNIOR

CUIABÁ–MT

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical

ATRIBUTOS FISICO-HIDRICOS E PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO SOB APLICAÇÃO DE RESIDUOS AGRICOLAS

MILTON RODRIGUES DE SOUZA JUNIOR

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. RICARDO SANTOS SILVA AMORIM

Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, para obtenção do título de Mestre em Agricultura Tropical.

CUIABÁ–MT

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

R696a Rodrigues de Souza Junior, Milton.
ATRIBUTOS FISICO HIDRICOS E PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO SOB APLICAÇÃO DE RESIDUOS AGRICOLAS / Milton Rodrigues de Souza Junior. -- 2016
42 f. ; 30 cm.

Orientadora: Ricardo Santos Silva Amorim.
Co-orientadora: Oscarlina dos Santos Weber.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Cuiabá, 2016.
Inclui bibliografia.

1. Resíduos orgânicos. 2. Umidade do solo. 3. Culturas anuais. I. Título.

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

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

FACULDADE DE AGRONOMIA, MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS E PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO EM LATOSSOLO SOB APLICAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

Autor: MILTON RODRIGUES DE SOUZA JUNIOR

Orientador: Dr. RICARDO SANTOS SILVA AMORIM

Aprovado em 09 de dezembro de 2015.

Comissão Examinadora:

Dr. Ricardo Santos Silva Amorim
ORIENTADOR
(FAMEV/UFMT)

Dra. Oscarlina Lúcia dos Santos Weber
CO-ORIENTADORA
(FAMEV/UFMT)

Dra. Luisa Fernanda Vega
MEMBRO EXTERNO
(KIEL UNIVERSTIY - GERMANY)

À meus pais Milton Rodrigues de Souza (in memoriam) e Lourdes Silva de Castro Souza, que sempre foram meus exemplos de respeito, de amor, de dignidade, de educação e que sempre apoiaram incondicionalmente para que eu tivesse a melhor formação possível.

Dedico

Ao meu orientador Profº Drº. Ricardo Santos Silva Amorim pela confiança, pelo estímulo, pela paciência e, principalmente, pela disposição em ensinar e contribuir significamente para meu crescimento profissional.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Deus pela minha existência, pela força e pela sabedoria concedida, por abrir as portas para a realização dos meus objetivos.

À Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical (PPGAT), pela realização desse curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa durante o período do curso.

Ao irmão de caminhada MSc. Wininton Mendes pelos inúmeros esclarecimentos, pela valiosa contribuição, revisões e, é claro, pela paciência e sugestões sempre que necessárias.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical pelos ensinamentos indispensáveis concedidos.

Aos amigos e aos bons momentos que juntos compartilhamos.

À todos que contribuíram para a realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

ATRIBUTOS FISICO-HIDRICOS E PRODUTIVIDADE DE SOJA E MILHO SOB APLICAÇÃO DE RESIDUOS AGRICOLAS

RESUMO - A aplicação de resíduos agroindustriais em solos agricultáveis tem apresentado resultados satisfatórios e, desta forma, pode ser uma tecnologia viável ao desenvolvimento sustentável do solo. No entanto, poucos trabalhos têm abordado o uso e aplicação destes materiais em solos de cerrado onde se pratica agricultura em larga escala. Considerando a hipótese de que a utilização de resíduos agroindustriais no solo possa promover melhorias nas características físicas do solo e na produtividade das culturas de soja e milho, objetivou-se no presente trabalho avaliar as características físico-hídricas e a produtividade de soja e milho de um Latossolo Vermelho Amarelo de textura média sob aplicação de resíduos agroindustriais. O experimento foi instalado no município de Campo Verde - MT, no ano de 2012, no qual foram avaliados os atributos físico-hídricos do solo e a produtividade de soja e milho cultivados em solo submetido à aplicação de três tipos de resíduos (Serragem de peroba e cedrinho – SPC; Torta de filtro de cana – TFC; e Cavaco da ponta de eucalipto – CPE), em duas doses (6 Mg ha^{-1} e 18 Mg ha^{-1}) e duas forma (com e sem incorporação do resíduo) de aplicação dos resíduos. Os diferentes tipos resíduos utilizados no enriquecimento de carbono do solo alteraram a capacidade de retenção de água do solo; A aplicação de 18 Mg ha^{-1} de torta de filtro e 18 Mg ha^{-1} de serragem de peroba e cedrinho, em dois anos consecutivos foi suficiente para melhorar a retenção de água do solo na camada de 0,1 a 0,2 m. As produtividades das culturas de soja e milho não foram influenciadas pelos tratamentos estabelecidos.

Palavras chaves: resíduos orgânicos, umidade do solo, culturas anuais.

ATTRIBUTES PHYSICAL WATER AND SOYBEAN AND CORN PRODUCTIVITY IN AGRICULTURAL WASTE APPLICATION

ABSTRACT - The application of organic residues in agricultural soils has shown satisfactory results and aiming to be a viable technology for sustainable development of the soil. However, few studies have addressed the use and application of these materials in cerrado soils where is practiced large-scale agriculture. With the hypothesis that use of organic residues in the soil can promote improvements in the physical characteristics of the soil and crop yields of soybeans and corn, this study was conducted in order to determine the physical and hydraulic characteristics and productivity of soybean and corn a Oxisol medium texture under application of agro-industrial waste. The experiment was installed in Campo Verde municipality - MT, in 2012. The experimental design was a randomized block, evaluating water soil physical attributes and productivity of soybeans and corn, submitted to treatments made of sawdust waste mahogany and cedar - SPC; cane filter cake - TFC and eucalyptus tip Cavaco - CPE at doses of 6 Mg ha-1 and 18 Mg ha-1, management system with incorporation of waste and no-tillage system. The waste used in different types of soil carbon enrichment change the soil water retention capacity; The application of 18 Mg ha-1 filter cake and 18 Mg ha-1 of sawdust mahogany and cedar, in two consecutive years was enough to improve soil water retention in the layer 0.1 to 0.2 m . The yields of soybean and corn crops were affected by established treatments.

Key words: Organic waste, soil moisture, annual crops.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
2. OBJETIVO GERAL 11
2.1 Hipóteses 11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 12
3.1 Uso sustentável dos solos 12
3.2 Meio ambiente x Resíduos agroindustriais 13
3.3 Efeito dos resíduos agroindustriais nos atributos do solo 14
3.4 Efeito dos resíduos agroindustriais no desenvolvimento e produtividades das culturas 15
4. MATERIAL E MÉTODOS 19
4.1 Caracterização da área experimental 19
4.2 Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos 19
4.3 Resíduos agroindustriais utilizados 20
4.4 Características físico hídricas do solo 23
4.5 Produtividade de soja e milho 24
4.6 Análises estatísticas 24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 25
5.1 Atributos físicos do solo 25
5.2 Retenção de água no solo 30
5.3 Produtividade das culturas 35
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
7. CONCLUSÕES 39
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 40

1. INTRODUÇÃO

A agricultura apresenta uma situação generalizada de abandono e queima de resíduos agrícolas. Estes fatores contribuem para impactos ambientais significativos, como a contaminação dos solos e aquíferos, a propagação de maus cheiros, emissão de gases de efeito estufa, incêndios, a transmissão de doenças e um impacte visual negativo.

O estado de Mato Grosso gera aproximadamente 4,8 milhões de toneladas de resíduos (torta de filtro) apenas pelo processamento da cana-de-açúcar (IPEA, 2012). Estes resíduos poderiam ser reutilizados na agricultura de modo a potencializar a produção agrícola e melhorar a qualidade do solo, elevando os teores de matéria orgânica e de nutrientes do solo.

Em geral, os solos de cerrado apresentam baixa fertilidade e baixa capacidade de retenção de água, motivo que demonstra a grande importância da matéria orgânica para a melhoria na qualidade física e química dos solos. Essas melhorias na qualidade do solo proporcionam às culturas uma maior resistência a veranicos, que é um dos grandes influenciadores de queda de produtividade em culturas como soja e milho.

Desta forma, uma das alternativas para o desenvolvimento agrícola sustentável no solo do cerrado pode ser a reutilização de subprodutos da agroindústria, sendo que esses resíduos são considerados descartes nos diferentes processos de transformação da indústria, como por exemplo, bagaços, tortas e restos culturais, podendo ser reaproveitados na agricultura.

O Cerrado Matogrossense, são escassos os trabalhos que visam avaliar o efeito da utilização de resíduos agroindustriais sobre a qualidade física do solo e também sob manejo de produção de soja e milho. Considerando-se a importância dessas culturas, tornam-se necessários a busca de melhores manejos para tornar o sistema de produção mais sustentável.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar os atributos físico-hídricos e a produtividade de soja e milho cultivadas em sucessão em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura média submetido ao enriquecimento de carbono com diferentes fontes, doses e manejo de resíduos agroindustriais.

2.1 Hipóteses

A hipótese deste trabalho é de que a utilização de resíduos agroindustriais em solo sob cerrado possa promover melhorias nas características físicas do solo e nas produtividades das culturas de soja e milho.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Uso sustentável dos solos

Segundo a Organização das Nações Unidas (FAO 2015) a população mundial vai crescer dos atuais 7,3 bilhões de habitantes para 9,2 bilhões em 2050, o que vai exigir um aumento na produção de alimentos dos atuais 1,64 bilhões de toneladas para 2,60 bilhões no ano de 2050, ou seja, um aumento de 60% na produção de alimentos em apenas 40 anos. Sem dúvida nenhuma o solo será a base de sustentação para assegurar o crescimento populacional, entretanto seu uso deve ser associado à conservação e ao aumento da eficiência dos sistemas de produção agrícola, além da eficácia das políticas públicas para gestão adequada desse recurso natural.

Apesar de sua grande importância, a saúde dos solos enfrenta constantes e crescentes desafios. Atualmente, 33% das terras do planeta estão degradadas, seja por razões físicas, químicas ou biológicas, o que é evidenciado em uma redução da cobertura vegetal, na diminuição da fertilidade, na contaminação do solo e da água e, devido a isso, no empobrecimento das colheitas (FAO 2015).

O manejo do solo para fins agrícolas também é responsável por grandes alterações na estrutura do solo, o que afeta as propriedades físico-hídricas do mesmo, sendo sustentável somente quando a qualidade dos recursos solo, ar e água é mantida ou melhorada, e, no caso do solo, a qualidade depende da manutenção e melhoria de seus atributos físicos, químicos e biológicos, bem como de sua contínua capacidade de produzir alimentos e fibras (Doran e Parkin 1994).

Os solos sob Cerrado, no Brasil, em geral, apresentam condições físicas favoráveis à agricultura e vêm sendo, gradativamente, explorados com culturas anuais, pastagens e, mais recentemente, reflorestamentos. A mudança da vegetação natural para sistema de exploração agropecuária provoca alterações profundas nos atributos do solo. Quando uma área de vegetação nativa de Cerrado, por exemplo, é convertida em pastagem, ou área de cultivo de grãos, os atributos químicos e microbiológicos do solo são alterados. Existem diversas inter-relações entre os atributos físicos, químicos e biológicos, assim, qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e sua atividade biológica e, consequentemente, sua fertilidade, podendo promover mudanças à qualidade do solo. (Costa et al. 2006, Carneiro et al. 2009).

Ocorrem, ainda, efeitos diferenciados sobre os atributos físicos, em função do tipo de preparo do solo adotado em cada sistema de manejo, e estes são dependentes da intensidade de revolvimento, trânsito de máquinas, tipo de equipamento utilizado, manejo de resíduos vegetais e das condições de umidade do solo, no momento do preparo (Vieira & Muzilli 1984, Costa et al. 2006).

O manejo incorreto de máquinas e equipamentos agrícolas leva à formação de camadas subsuperficiais compactadas. De acordo com Carneiro et al. (2009), este manejo irá acarretar interferência na estrutura do solo, promovendo redução do volume total de poros, fazendo com que a degradação da estrutura do solo possa reduzir de forma significativa à produtividade das culturas.

3.2 Meio ambiente x Resíduos agroindustriais

A crescente preocupação com o meio ambiente vem mobilizando vários segmentos do mercado. Inúmeros órgãos governamentais e indústrias estão se preparando para aplicar uma política ambiental que diminua os impactos negativos à natureza. Muito se fala em Gestão Ambiental e certificação da ISO 14000, conjunto de normas que visa o desenvolvimento de atividades dos mais diversos segmentos, sem transgredir as leis ambientais vigentes.

A geração de resíduos está associada ao desperdício no uso de insumos, às perdas entre a produção e o consumo, e aos materiais que, gerados ao longo da cadeia agroindustrial, não possuem valor econômico evidente. Por outra parte, um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado a cada ano, junto com toda a energia, mão de obra, água e produtos químicos envolvidos em sua produção e descarte (FAO 2013).

Os significativos avanços no desempenho do agronegócio implicaram no aumento do consumo de insumos e da geração de resíduos nas atividades agropecuária e agroindustrial. A pesquisa científica aponta, a partir da década de 1980, para o agravamento de problemas ambientais globais, como a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa e o comprometimento da biodiversidade, além dos impactos locais provenientes da geração de resíduos líquidos e sólidos. Esses problemas demandaram a rediscussão do modelo de desenvolvimento que se mostrava limitados por seus efeitos sobre a sustentabilidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2000).

Curiosamente os impactos negativos da ação do homem sobre os recursos naturais, em especial no solo e na água, intensificam-se ainda que a ciência tenha avançando em conhecimento e na apresentação de soluções técnicas para esses problemas, no Brasil e no mundo. A Ciência do Solo sempre se desenvolveu produzindo conhecimento para identificar as melhores formas de manejo dos solos, garantindo o aumento de produção aliado à conservação das terras agrícolas.

3.3 Efeito dos resíduos agroindustriais nos atributos do solo

O reaproveitamento da biomassa remanescente dos processos empregados na agricultura e agroindústria, além de evitar a acumulação dos resíduos, contribui para o controle da poluição e proporciona melhores condições de saúde pública, e também é fundamental para reduzir a dependência de fertilizantes químicos importados e viabilizar a sustentabilidade do crescimento da produção agrícola.

A utilização desses resíduos para adubação permite a recuperação de elementos valiosos presentes nos resíduos, tais como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e elementos traço. Além disso, a adição de matéria orgânica ao solo, contribui para melhorar sua estrutura física e sua capacidade de absorção de água e de fornecimento de nutrientes para as plantas, viabilizando o aumento da produção e a melhoria da qualidade dos alimentos *(Polprasert, 1992)*

Uma alternativa para a conservação e manutenção da qualidade do solo é o aporte de resíduos em sua superfície, que contribuem para a melhoria na sua estruturação (Calegari, 2000). Essas alternativas visam aumentar a estabilidade dos agregados (ação cimentante da matéria orgânica, efeito dos polissacarídeos e hifas de fungos), a capacidade de retenção de água, a porosidade, melhorar aeração, reduzir perdas de água por evaporação e diminuir a densidade.

Em estudo conduzido por Rauber et al. (2012), os autores avaliaram propriedades físicas do solo e carbono orgânico em áreas submetidas à aplicação de dejetos suínos, foi constatado que o uso deste fertilizante orgânico promoveu melhorias na estrutura do solo, refletidas em decréscimos na densidade e resistência à penetração, aspecto também observado por Zhao et al. (2009). No entanto, os trabalhos têm mostrado que esta melhoria depende da aplicação, em longo prazo, e que outros fatores, como revolvimento do solo e tráfego agrícola, podem ser preponderantes (Zhao et al., 2009).

Cunha et al. (2011) estudaram atributos físicos do solo em sistemas de preparo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho e observaram que os sistemas de preparo do solo divergiram quanto ao seu efeito nos índices de agregação e na resistência do solo à penetração.

NARDIN. (2007) trabalhando com aporte de torta de filtro de cana nas dosagens de 0 Mg (toneladas métricas) ha^{-1} e 30 Mg $há^{-1}$ de torta de-filtro fresca no sulco e 60 Mg $há^{-1}$ em área total na cultura de cana de açúcar, observou melhorias na qualidade do solo, fornecendo aumentos significativos nos teores de P e Ca, porém não perceptíveis pela análise foliar, também não promovendo maior aprofundamento do sistema radicular; da mesma forma não foram percebidas em relação às variedades, já que não proporcionou aumento de produtividade.

LOPES DA SILVA (1995), avaliando a influência do cultivo contínuo de cana de açúcar por até 25 anos, nas propriedades químicas de solos argilosos, observou que um manejo adequado dos solos, com a adição de vinhaça e torta-de-filtro pode melhorar as características químicas dos solos cultivados em relação ao solo nativo, não observando diminuição no carbono orgânico nas áreas de cultivo.

Almeida Júnior *et al.* (2011), também trabalhando com cana-de-açúcar, observaram que o aumento da produtividade pela aplicação de torta de filtro foi devido a melhoria na fertilidade do solo e, consequente, melhora na nutrição das plantas, principalmente devido ao fornecimento de micronutrientes como Cu, Zn e Mn.

3.4 Efeito dos resíduos agroindustriais no desenvolvimento e produtividades das culturas

De acordo com Siqueira e Franco (1988) o acréscimo de resíduos orgânicos ao solo estimula a população microbiana e, com isso, a disponibilidade de nutrientes aumenta, resultando em melhor desenvolvimento de plantas. Efeitos benéficos na produtividade de diversas culturas são observados na literatura devido à aplicação de resíduos sólidos agroindustriais (SIMONETE et al., 2003; ALBUQUERQUE, 2011; SANTOS et al., 2011).

LIMA et al. (2014) cultivando milho (híbrido Yield Gard®) e soja (cultivar MGBR 1160), sob sistema convencional, em ambas as culturas, empregou-se os tratamentos com cama de frango, na dose de 10 Mg ha^{-1}, e um tratamento

testemunha, não obteve resultados significativos na produtividade de grãos de milho e de soja em relação à adubação com cama de frango e a testemunha.

NUNES JR. (1988) trabalhando com a variedade SP71-1406 de cana de açúcar, aplicando 35 Mg há$^{-1}$ de torta de filtro fresca aplicado no sulco de plantio em um solo do tipo Areia Quartzosa, observou-se que esta variedade foi a que mais respondeu, com ganho de 92 toneladas no decorrer dos 4 cortes analisados. Ainda no mesmo ensaio, foi observado respostas positivas de produtividade em todos os vinte clones estudados, com um ganho médio de 13,4% em produtividade e em sacarose, em quatro colheitas. Não foi observado prejuízo na maturação das variedades.

Pereira et. al (2015) avaliou a produtividade do feijoeiro cultivar IAC-Alvorada, em função de doses de fertilizantes orgânicos à base de resíduos de frigorífico (1,0 Mg ha^{-1}; 1,5 Mg ha^{-1}; 2,0 Mg ha^{-1}; e 2,5 Mg ha^{-1}) e concluiu que os métodos e épocas de aplicação do fertilizante orgânico não influenciaram os componentes de produção e produtividade do feijoeiro.

Cardozo (1988) trabalhando com 5 t/ha de torta de filtro de cana seca aplicado no sulco, 30 Mg há$^{-1}$ e 50 Mg há$^{-1}$ de composto de torta de filtro e bagaço aplicado em área total e adubação mineral, observou que com apenas 5 Mg há$^{-1}$ de massa seca houve melhoria na disponibilidade de nutrientes, sendo que a melhor produtividade ocorreu com 50 Mg há$^{-1}$ de composto aplicado em área total.

RUIZ (1997), avaliando o uso da torta-de-filtro de cana, gesso e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico na cultura do arroz, observou que o uso conjunto de gesso e torta-de filtro mostrou-se o melhor corretivo em relação a testemunha e ao uso de ambos isoladamente, inclusive com o dobro do número de perfilhos aos 60 dias e com aumento da matéria seca da parte aérea da planta no uso conjunto de torta-de-filtro e gesso.

PENATTI (1989A), trabalhando em um Latossolo Vermelho amarelo, na cultura da cana de açúcar, com a variedade SP70-1143, utilizou torta de filtro de cana fresca em doses de 5 Mg ha^{-1}, 10 Mg ha^{-1} e 15 Mg ha^{-1}, todas juntamente com a adubação mineral, e concluiu que a partir do 3° corte do canavial, passou-se a ter diferenças significativas em produtividade favoráveis as doses crescentes de torta de filtro, mostrando efeito residual da torta, além de observar um aumento no teor de cálcio no solo em relação a área não tratada com torta. Em outro ensaio, o mesmo autor, trabalhou com doses crescentes de torta de filtro (0, 3, 6, 9 Mg há$^{-1}$

aplicado no sulco), com e sem adubação mineral de cobertura com nitrogênio e potássio. Os resultados de produtividade nas doses crescentes de torta foram positivos, não havendo, entretanto, efeito da adubação mineral de cobertura na produtividade. Com relação a Pol % cana, observa-se um pequeno decréscimo na mesma com o aumento nas doses de torta (PENATTI, 1989B).

DONZELLI E PENATTI (1997), avaliando diferentes formas de adubação da cana em um Latossolo Roxo Ácrico, na cultura de cana de açúcar, com a variedade SP80-1842, verificaram que o melhor retorno econômico ocorreu quando aplicou-se 21 Mg há$^{-1}$ de torta no sulco de plantio, juntamente com a complementação mineral de 30 kg ha^{-1} de N e 140 kg ha^{-1} de K_2O. Não foi observada redução na Pol % cana nos tratamentos com torta de filtro.

Segundo Belote *et al.* (1998), o efeito sinérgico dos resíduos agroindustriais e do adubo mineral, na produtividade florestal, é muito elevado. A tendência linear de incremento em produtividade observado até as doses de 50 Mg ha^{-1} de resíduos orgânicos oriundos da fabricação de celulose e papel, indica a possibilidade de ganhos ainda maiores com quantidades mais elevadas de resíduos. Os maiores incrementos em altura (4,0 m) e em volume de madeira (de 22 e 34 m^3 ha^{-1}.ano), foram obtidos nas doses mais elevadas de cinza e resíduo celulósico, respectivamente. Estes incrementos representam um acréscimo de produtividade da ordem de 65% e 85%, respectivamente, para cinza e resíduo celulósico, em relação à adubação mineral.

3.5. Características dos resíduos agroindustriais

O uso agrícola de resíduos agroindustriais é uma alternativa de disposição dos resíduos sólidos, uma vez que o uso destes seja promissor para a agricultura, resultando em redução dos custos de tratamento, reaproveitamento de nutrientes e a melhoria das condições físicas e químicas dos solos.

Existem inúmeros tipos de resíduos agroindustriais que podem ser empregados na agricultura visando a melhoria de qualidade química, física e biológica dos solos. Podemos trabalhar com diversas fontes de materiais orgânicos no solo, mas o que muda de entre um e outro, são os materiais de origem de cada resíduo, tendo como principais diferenças, características como relação carbono nitrogênio e granulometria do material.

Relação carbono/nitrogênio (C/N)

Os microorganismos necessitam de carbono como fonte de energia e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por essa razão que a relação C/N é considerada como o fator que melhor caracteriza o equilíbrio da decomposição do material orgânico. Teoricamente, a relação C/N ideal para a decomposição de microorganismos deve se situar em torno de 30. Na realidade, constata-se que ela pode variar de 20 a 70, de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do material (Tabela 1). Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limitam a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Se for muito elevada, os microorganismos não encontrarão N suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Como resultado, o processo de degradação do material será mais lento (VIEIRA, R. 2014).

TABELA 1. Composição de alguns materiais empregados na agricultura

MATERIAL	M.O. (g/kg)	C/N	C (g/kg)*	N (g/kg)	P_2O_5 (g/kg)	K_2O (g/kg)
Esterco de gado	621,1	18/1	345,6	19,2	10,1	16,2
Esterco de galinha	540.0	10/1	304.0	30,4	47.0	18,9
Feijão guandu	959.0	29/1	524,9	18,1	5,9	11,4
Grama batatais	908.0	36/1	500,4	13,9	3,6	-
Serrapilheira	306,8	17/1	163,2	9,6	0,8	1,9
Serragem de madeira	934,5	865/1	519.0	0,6	0,1	0,1
Torta de usina de açúcar	787,8	20/1	438.0	21,9	23,2	12,3
Turfa	398,9	57/1	222,3	3,9	0,1	3,2

M.O. – matéria orgânica; C/N – relação carbono/nitrogênio.
Fonte: Adaptado de Kiehl (1981 e 1985).
* o teor de C (g/kg) foi calculado com base na relação C/N e teores de N informados pelo autor

Granulometria do resíduo

Quanto mais fina é a granulometria, maior é a área exposta à atividade microbiana, o que promove o aumento das reações bioquímicas, visto que aumenta a área superficial em contato com o oxigênio. De modo geral, condições ótimas de tamanhos de partículas, seriam em média entre 25 e 75 mm.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

Este trabalho foi desenvolvido na Fazenda Rio Engano, localizada nas proximidades do município de Campo Verde, MT. A fazenda possui uma área total de aproximadamente 1.500 ha^{-1}, sendo cultivado cerca de 830 ha com soja e milho em sucessão por ano safra.

A altitude média da área é de 730 m, prevalecendo o clima tropical chuvoso Aw, de acordo com a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa de outubro a abril, e outra seca que ocorre entre maio a setembro. A área do experimental constituiu-se de 1,15 ha^{-1} dividido em parcelas de 8 x 15 m (Figura 4).

4.2 Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos

O experimento foi iniciado 25 de fevereiro de 2012 com a aplicação de três resíduos (torta de filtro de cana – TFC, serragem de madeira de peroba e cedrinho – SPC e cavaco da ponta de eucalipto – CPE) no solo em duas doses, 6 Mg ha^{-1} e 18 Mg ha^{-1}, em dois sistemas de manejo (com incorporação do material com grade niveladora antes da semeadura e sem incorporação - semeadura direta), com três repetições para cada tratamento e testemunha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas conforme ilustrado na Figura 4. Em novembro de 2013 realizou-se a semeadura da soja, variedade TMG 132 de ciclo médio (118 a 122 dias), semeadas 17 sementes m^{-l}, no espaçamento de 0,45 m entrelinhas. Em março de 2014, realizou-se a semeadura do milho safrinha cultivar Agroeste Ag 1633, com estande de 60 mil plantas por hectare.

FIGURA 4 - Distribuição das unidades experimentais no delineamento em blocos casualizados

4.3 Resíduos agroindustriais utilizados

Os resíduos Serragem de peroba e cedrinho - SPC (*Peroba jaune (Bignoniaceae) e Erisma uncinatum Warm. (Vochysiaceae*)); Torta de filtro de cana - TFC ((*Saccharum officinarum L*.)); Cavaco da ponta de eucalipito - CPE (*Eucalyptus sp. (Myrtaceae*)), foram escolhidos como possíveis materiais promissores para o enriquecimento do solo e são provenientes da produção de álcool/açúcar e processamento de madeira, podendo ser adquiridas sem custo.

Serragem de peroba e cedrinho

A serragem pode ser usada como fertilizante orgânico, e seus nutrientes podem ser reciclados através do sistema solo-planta. Todavia, a aplicação direta de materiais lignocelulósicos no solo pode ter algumas desvantagens, tais como fitotoxicidade, imobilização de nutrientes e concentração de sais desequilibrada.

FIGURA 1 – Serragem de Madeira

O uso da serragem como condicionador de solos é limitado pela lentidão com que ele se degrada em condições naturais e a relativa estabilidade estrutural dos componentes da madeira, como a lignina e a celulose. O baixo teor de N nas estruturas químicas da serragem e a conseqüente relação C/N muito alta é desfavorável em termos microbiológicos e levam à necessidade de se adicionar outros materiais ricos em N à serragem para facilitar sua biodegradação (Maia et al., 2003).

Torta de filtro de cana

A torta de filtro é um sub-produto da Agroindústria canavieira, obtida nos filtros rotativos após extração da sacarose residual da borra. Sua composição é variável, em função da variedade da cana, tipo de solo, maturação da cana, processo de clarificação do caldo e outros (Almeida, 1944).

FIGURA 2 – Torta de filtro de Cana

Durante o processo de clarificação do caldo, a adição de produtos que auxiliam na floculação das impurezas pode aumentar o teor de alguns minerais, principalmente fósforo e cálcio. Cerca de 30% do conteúdo total de fósforo aparece na forma orgânica e o nitrogênio predomina na forma protéica, propiciando lenta liberação desses elementos e conseqüentemente alto aproveitamento pelas plantas. A Tabela 2 mostra os constituintes da torta de filtro, segundo BRASIL SOBRINHO (1958).

TABELA 2. Composição média da torta de Filtro

Componente	Teor na matéria seca a 80°C		
	Mínimo	Médio	Máximo
		$g.100g^{-1}$	
N	0,9	1,45	2,7
P2O5	0,45	1,11	1,92
K2O	0,3	0,7	1,49
Cao	2,35	5,25	8,45
MgO	0,29	0,52	0,8
S	0,65	1,44	2,05
Cinzas	12	18,37	27,73
Materia Orgânica	72,27	81,7	88

Fonte: BRASIL SOBRINHO, (1958), citado por Koffler et al (1987)

Cavaco da Ponta de Eucalipto

O cavaco de eucalipto é produzido por meio da trituração/picagem de galhos, folhas, cascas, copas de eucaliptos e possui uma umidade aproximada a 50%. Um cavaco típico de madeira deve medir de 15 a 20 milímetros de comprimento, 12 a 25

milímetros de largura, e apenas 3 a 6 milímetros na secção mais curta, transversal a grã da madeira, assim a razão comprimento/espessura é de aproximadamente 4 para 1 (GRACE et al., 1989a).

FIGURA 3 – Cavaco de eucalipto

4.4 Características físico hídricas do solo

Com o fim de avaliar as características físico hídricas do solo, em março de 2014 foram abertas trincheiras em cada parcela experimental e coletadas amostras de solo com estrutura indeformadas, utilizando cilindros de 100 cm^3 (5 cm de altura e 4,8 cm de diâmetro), nas profundidades de 0 a 0,10 m; 0,10 a 0,20m e 0,20 a 0,30 m, totalizando 42 amostras por camada de solo, para determinação das características físico-hídricas do solo.

Para determinar a retenção de água no solo, as amostras indeformadas foram saturadas por ascensão capilar em uma bandeja e então submetidas às tensões de 20, 40, 60 e 100 hPa em mesa de tensão e, às tensões de 330 e 1.000 hPa em câmaras de Richards (Klute, 1986). Após o equilíbrio em cada tensão, as amostras foram pesadas e o volume de água foi calculado pela diferença entre os pesos em cada tensão com o peso seco em estufa a 105°C por 48 h. As mesmas amostras foram utilizadas para determinar a densidade do solo de acordo com a metodologia proposta pela EMBRAPA (2011). A microporosidade foi determinada na tensão de 60 hPa e a determinação da porosidade total seguiu a metodologia de cálculo proposta pela EMBRAPA (2011) onde, a macroporosidade é obtida por diferença entre a porosidade total e a microporosidade.

Foram realizadas três leituras de resistência do solo à penetração (RP) em cada parcela experimental na camada 0 a 0,30 m, utilizando um penetrógrafo eletrônico de velocidade constante desenvolvido por Bianchini et al. (2002). Concomitantemente às leituras de RP, foram realizadas leituras de umidade do solo por meio de sondas de umidade, modelo TDR Trime Pico 64/32.

Sabendo que a RP se correlaciona negativamente com a umidade do solo (Silveira et al., 2010) e que a umidade do solo não se encontrava homogênea durante as determinações, os dados de RP foram ajustados em função da umidade volumétrica do solo na capacidade de campo (Θ) utilizando-se a equação não-linear de Busscher (1990), conforme equação 1:

$RP = c\Theta^{d} Ds^{e}$ .....(1)

em que RP é a resistência do solo à penetração (MPa); Θ é a umidade volumétrica do solo ($m^3\ m^{-3}$) e Ds é a densidade do solo (Mg m^{-3}), sendo *c*, *d* e *e* parâmetros do modelo obtidos mediante ajustes não-lineares, utilizando o método de estimativas Bootstrap de erro padrão, por meio do pacote estatístico do SPSS 20.0 – Statistical Package for Social Sciences (IBM Corp. 2011).

4.5 Produtividade de soja e milho

Quanto à produção de grãos de soja e milho, foram coletados manualmente 4 m^2 das plantas contidas na área útil de cada parcela e depois submetidas a trilha mecânica e, após a debulha, os grãos foram pesados e a massa de grãos foi corrigida para o grau de umidade de 13% à base úmida e posteriormente transformada para kg ha^{-1} para ambas as culturas.

4.6 Análises estatísticas

Os dados foram submetidos aos Testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, ambos a 5% para verificação da normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, respectivamente. As atributos físicos do solo foram submetidos a análise de variância em esquema fatorial 7 x 2, sendo sete tratamentos e dois sistemas de manejo. Os dados de retenção de água em cada tensão matricial foram submetidos a análise de variância em esquema de parcela subdividida, tendo as camadas avaliadas como subparcelas. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 %.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Atributos físicos do solo

Houve efeito dos resíduos agroindustriais e do manejo sobre as propriedades físicas do solo apenas para as camadas 0,1 a 0,2 m e 0,2 a 0,3 m (Tabela 3).

TABELA 3. Valores de F calculados para densidade do solo (Ds), resistência do solo à penetração na capacidade de campo (RPcc), macroporosidade (MA), microporosidade (MI) e porosidade total (PT) de um Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com diferentes resíduos agroindustriais

Causa de variação	Ds	RPcc	Macro	Micro	PT
	Mg m^{-3}	Mpa	---------- m^3 m^{-3} ----------		
			Camada 0-0,1 m		
Tratamento (T)	0,49^{ns}	0,49^{ns}	0,52^{ns}	1,73^{ns}	0,86^{ns}
Manejo (M)	1,25^{ns}	0,91^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}
T x M	0,39^{ns}	0,55^{ns}	0,94^{ns}	0,90^{ns}	0,90^{ns}
CV 1 (%)	2,74	7,04	13,72	2,19	2,08
CV 2 (%)	2,62	6,71	18,06	4,41	3,42
Média Geral	1,15	0,91	0,11	0,39	0,50
			Camada 0,1-0,2 m		
Tratamento (T)	1,65^{ns}	**3,67****	1,86^{ns}	1,05^{ns}	**5,32****
Manejo (M)	**5,09***	**16,35****	0,01^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}
T x M	2,04^{ns}	**4,06****	1,28^{ns}	1,63^{ns}	0,75^{ns}
CV 1 (%)	3,93	12,50	21,84	4,51	1,93
CV 2 (%)	3,82	11,38	19,59	3,77	4,11
Média Geral	1,15	0,50	0,11	0,38	0,49
			Camada 0,2-0,3 m		
Tratamento (T)	0,72^{ns}	0,83^{ns}	1,62^{ns}	1,14^{ns}	**4,36****
Manejo (M)	1,86^{ns}	1,00^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}	0,01^{ns}
T x M	1,13^{ns}	0,99^{ns}	1,03^{ns}	1,10^{ns}	0,76^{ns}
CV 1 (%)	8,34	3,41	7,60	3,44	1,14
CV 2 (%)	8,27	3,92	17,04	3,07	4,09
Média Geral	0,96	1,12	0,15	0,34	0,49

(1) CV1 (%): coeficiente de variação referente ao fator tratamento; CV 2 (%): coeficiente de variação referente ao fator Preparo do solo. **, * F significativo à 1 e 5 % respectivamente; ns: não significativo.

A camada 0,1 a 0,2m teve efeito de manejo sobre a variável Ds (densidade do solo) e interação entre tratamentos e manejo do solo para a variável RP. Observa-se que os valores de Ds foram de 1,15 Mg m^{-3} para as camadas 0 a 0,1m e 0,1 a 0,2 m e de apenas 0,96 Mg m^{-3} na camada 0,2 a 0,3 m.

Houve efeito significativo da aplicação dos resíduos sobre a porosidade total do solo nas camadas 0,1 a 0,2 m e 0,2 a 0,3 m, porém, na camada a 0,0 a 0,1 m não houve alterações com a aplicação dos tratamentos ou manejo do solo. Esses resultados demonstram que as perturbações ocasionadas durante os tratos culturais alteraram as características físicas do solo na camada de 0,0 a 0,1 m, tanto no sistema de manejo com incorporação de resíduos no solo, quanto no sistema sem incorporação.

Não houve diferença para as variáveis macroporosidade e microporosidade entre os tratamentos nas diferentes camadas avaliadas. Na camada de 0 a 0,10 m não houveram efeitos dos tratamentos e sistemas sobre as variáveis analisadas, possivelmente por se tratar da camada mais exposta à constante ação mecânica durante as atividades de trato cultural com semeadura, controle de pragas e colheita. A camada de 0,1 a 0,2 m teve efeito significativo do manejo para a Ds, efeito de interação tratamento x manejo para a RSP (resistência do solo a penetração) e efeito de tratamento para a porosidade total, sendo que, para a porosidade houve efeito de tratamento também na camada de 0,2 a 03 m.

Os valores de densidade do solo variaram entre os diferentes manejos para a camada de 0,10 a 0,20 m e foram maiores para o manejo com incorporação dos resíduos, independente dos diferentes resíduos agroindustriais aplicados (Tabela 4).

TABELA 4. Valores médios e Desvio padrão da densidade do solo referente ao efeito do manejo independente de tratamento em um Latossolo Vermelho Amarelo na camada 0,10-0,20 m.

Variável	Sistema de Manejo	
	Incorporação dos resíduos	Sem incorporação
Densidade do solo (Mg m^{-3})	1,17 ± 0,06 a	1,12 ± 0,05 b

Isso indica que a quantidade de material orgânico aplicado foi insuficiente para promover alterações na estrutura do solo, ocasionando o rearranjo das partículas e a acomodação do solo nesta camada com maior densidade, influenciados pelos sistemas de manejo. Esse processo pode ter sido intensificado

com uso continuo de máquinas e implementos na área durante o manejo cultural da soja, elevando dessa forma a densidade do solo, resultados que corroboram com Spera et al. (2008).

A interação dos fatores tratamento e manejo para a variável RP na camada de 0,1-0,2 m, pode ser observado na tabela 5. Houve efeito significativo do manejo do solo na resistência à penetração apenas para 18 Mg há$^{-1}$ de CPE 18 ($p<0,05$). Percebe-se ainda que com a incorporação do resíduo no solo não há efeito dos resíduos aplicados, mesmo quando comparado a testemunha, o que parece indicar que os dois anos após a incorporação dos materiais não foram suficientes para causar mudanças na RP nessa camada.

TABELA 5. Valores médios e desvio padrão da resistência do solo à penetração com umidade na CC referente ao desdobramento da interação tratamento x manejo do Latossolo Vermelho Amarelo na camada 0,10-0,20 m.

Tratamento	Resistência do solo à penetração (MPa)	
	Incorporação dos resíduos	Sem incorporação
6 Mg ha^{-1} TFC	0,46 ± 0,02 Aa	0,71 ± 0,25 Aa
18 Mg ha^{-1} TFC	0,44 ± 0,06 Aa	0,63 ± 0,25 Aab
6 Mg ha^{-1} SPC	0,45 ± 0,05 Aa	0,49 ± 0,03 Aab
18 Mg ha^{-1} SPC	0,48 ± 0,02 Aa	0,49 ± 0,05 Aab
6 Mg ha^{-1} CPE	0,47 ± 0,01 Aa	0,43 ± 0,01 Ab
18 Mg ha^{-1} CPE	**0,44 ± 0,04 Ba**	**0,51 ± 0,04 Aab**
Testemunha	0,43 ± 0,14 Aa	0,48 ± 0,14 Aab

Letras minúsculas comparam os tratamentos. Letras maiúsculas comparam os manejos.

Contudo, no manejo sem incorporação, o tratamento 6 Mg ha^{-1}de CPE foi o que teve as maiores reduções na RSP da camada ($p<0,05$), possivelmente por ser composto por materiais de alta relação C/N e que ao sofrer degradação mais lenta no solo, libera carbono de forma gradativa ao longo do tempo, fazendo com que o solo tenha enriquecimento de carbono continuo e diminuição da RP. Como resultado contrário, o tratamento 6 Mg há$^{-1}$ de TFC, por constituir um material mais finamente moído e de baixa relação C/N, possibilitou maior interação com a matriz do solo e rápida decomposição, que provavelmente possibilitou a degradação do material e mineralizando parte do estoque do solo, contribuindo para aumento da RP na camada. Provavelmente, isso pode ser explicado com o efeito priming do N no solo,

que ao beneficiar a atividade microbiana, após a mineralização das frações facilmente decomponível, tornou-as mais especializada na degradação da fração recalcitrante da MOS (Guedes et al., 2006).

Quando incorporado no solo, o resíduo e dosagem do tratamento 18 Mg ha^{-1} CPE reduz a RSP na camada de 0,1 a 0,2 m em detrimento ao manejo sem incorporação. Este resultado parece estar associado ao fracionamento mais grosseiro deste resíduo (40 mm) em comparação aos demais utilizados. Outra variável que pode estar ligado a este resultado é a alta relação C/N do material ou alguma característica de recalcitrância do mesmo, que quando incorporado no solo, é resistente a decomposição microbiana, contribuindo para redução da RSP da haste do penetrômetro.

Avaliando o comportamento dos sistemas de manejo, percebe-se que apenas no manejo sem incorporação houve diferenças significativas dos tratamentos. Este resultado permite inferir que independente dos materiais testados no ensaio, as quantidades, o tempo de aplicação dos tratamentos (após dois anos) não foram suficientes para alterar o conteúdo de matéria orgânica e reduzir a RSP da camada 0,1 a 0,2 m do solo.

No entanto, no manejo sem incorporação dos resíduos, o resíduo do tratamento 6 Mg ha^{-1} CPE teve a maior redução nos valores de RSP na camada, possivelmente como resposta à maior relação C/N e recalcitrância deste resíduo à decomposição pelos microrganismos, sobretudo quando comparado ao tratamento 6 Mg ha^{-1} TFC, que apresentou os maiores valores de RSP ($p<0,05$), mesmo quando comparado com a testemunha. O fato do tratamento 6 Mg ha^{-1} TFC ter tido valores maiores que a testemunha na camada 0,1 a 0,2 m parece ser resposta da baixa relação C/N do material (em torno de 25/1). Quando rapidamente decomposto no solo, a baixa dosagem do resíduo TFC pode ter modificado a relação C/N da biomassa microbiana do solo, estimulando a degradação do estoque de matéria orgânica preexistente no solo, aumentando, com o tempo de uso, a RSP desta camada.

Em geral, a decomposição dos resíduos vegetais, constitui-se em um processo biológico favorecido por baixo teor de lignina ou compostos fenólicos, alto teor de materiais solúveis, alto teor de nitrogênio, partículas de tamanho reduzido, baixa relação C/N, temperatura adequadas (entre 30° e 35°C), umidade do solo próxima à capacidade de campo e ausência de fatores tóxicos nos resíduos ou no

solo. Essas características e as condições físico químicas do solo, acabam interferindo na atividade biológica de degradação dos compostos orgânicos do solo (Moreira & Siqueira, 2006).

A porosidade total (PT) diferiu entre os tratamentos nas camadas 0,10 a 0,20 m e 0,20 a 0,30 m independente do manejo de solo (Tabela 6). O maior valor de PT na camada 0,10 a 0,20 m encontra-se no tratamento SPC 18 Mg ha^{-1}. O tratamento TFC 18 Mg ha^{-1} propiciou menor volume de porosidade total nessa mesma camada, diferenciando-se dos tratamentos SPC 18 Mg ha^{-1} e da testemunha. O mesmo efeito foi observado na camada 0,20 a 0,30 m onde o tratamento TFC 18 Mg ha^{-1} culminou para menores valores de porosidade total nessa camada, independente do manejo aplicado.

TABELA 6. Valores médios e desvio padrão da porosidade total referente ao efeito do tratamento do Latossolo Vermelho Amarelo na camada 0,10-0,20 m e 0,20-0,30 m.

Tratamento	Porosidade total (m^3 m^{-3})	
	0,10-0,20 m	0,20-0,30 m
6 Mg ha^{-1} TFC	0,49 ± 0,02 abc	0,50 ± 0,02 ab
18 Mg ha^{-1} TFC	0,46 ± 0,00 c	0,47 ± 0,01 b
6 Mg ha^{-1} SPC	0,49 ± 0,04 abc	0,48 ± 0,05 ab
18 Mg ha^{-1} SPC	0,52 ± 0,02 a	0,50 ± 0,03 ab
6 Mg ha^{-1} CPE	0,47 ± 0,01 bc	0,49 ± 0,01 ab
18 Mg ha^{-1} CPE	0,51 ± 0,03 ab	0,52 ± 0,01 a
Testemunha	0,50 ± 0,03 ab	0,53 ± 0,03 a

Letras minúsculas comparam os tratamentos na coluna. TFC = torta de filtro de cana; SPC = serragem de peroba e cedrinho e; CPE = casca de eucalipto.

A incorporação dos resíduos de torta de filtro, sobretudo no tratamento com 18 Mg ha^{-1} TFC nas camadas de 0,1 a 0,2 m e 0,2 a 0,3 m, tendeu a reduzir os valores de porosidade total mesmo em relação à testemunha. Com isso, fica caracterizado que houve desestruturação do solo com o tempo de aplicação do resíduo, possivelmente conduzido pela qualidade do material incorporado, que é de baixa relação C/N.

Na camada de 0,2-0,3 m, apenas o tratamento CPE 18 Mg ha^{-1}, dado possivelmente pela alta relação C/N do material, manteve os valores de PT próximo aos valores de PT da testemunha. Os demais tratamentos testados reduziram os

valores de porosidade total, com destaque para TFC 18 Mg ha^{-1}, que diferiu significativamente dos demais ($p<0,05$). Segundo Chacon et al. (2011), materiais orgânicos como a torta de filtro apresentam maior proporção de C facilmente oxidável e baixa relação C/N que os torna facilmente biodegradáveis. Isso se deve sobretudo pela composição do material (Kiehl, 2005) e também pelas características bioquímicas da cultura da cana-de-açúcar (Oliveira et al., 1999).

Esses resultados demonstram que o enriquecimento de carbono com materiais de menores relação C/N ou com proporção de C facilmente biodegradável, com a decomposição do material, podem ter aumentado a lixiviação de carbono solúvel às camadas mais profundas, reduzindo os estoques de matéria orgânica pela alteração da relação C/N da biomassa microbiana em superfície. (GUEDES, et al. 2006).

Diversos trabalhos tem abordado a importância do não revolvimento do solo a fim de se preservar a matéria orgânica no solo (Bayer et al., 2000; Faria et al., 2008; Almeida & Sanches, 2008). No entanto, a incorporação ou não dos resíduos orgânicos no solo não induziram a respostas diferentes nos atributos físicos para a camada de solo de 0 a 0,10 m neste trabalho. Este resultado provavelmente ocorreu devido a esta camada estar mais exposta a fatores externos, como ações climáticas, tráfego de máquinas e implementos para tratos culturais, causando desestruturação do solo e consequente perda dos estoques de MOS, em níveis próximos ao do sistema revolvimento.

5.2 Retenção de água no solo

O enriquecimento de carbono no solo pelos diferentes resíduos agroindustriais testados promoveram alterações significativas ($p<0,05$) na retenção de água no solo para os potenciais mátricos de 0, 20, 100, 330 e 1000 hPa (Tabela 7).

TABELA 7. Retenção de água em diferentes tensões matriciais de um Latossolo Vermelho Amarelo submetido à aplicação de diferentes resíduos agroindustriais e sistemas de manejo do solo.

Tratamentos (T)	Tensão de água no solo (hPa)						
	0	20	40	60	100	330	1000
	Conteúdo de água no solo (m^3 m^{-3})						
6 Mg ha^{-1} TFC	0,50 abc	0,41	0,38	0,36	0,34 b	0,30 b	0,27 c
18 Mg ha^{-1} TFC	0,47 c	0,42	0,39	0,37	0,36 ab	0,33 a	0,31 a
6 Mg ha^{-1} SPC	0,49 abc	0,42	0,39	0,36	0,35 ab	0,31 ab	0,28 bc
18 Mg ha^{-1} SPC	0,52 a	0,43	0,40	0,38	0,36 ab	0,33 a	0,29 ab
6 Mg ha^{-1} CPE	0,48 bc	0,43	0,40	0,38	0,36 ab	0,32 ab	0,29 abc
18 Mg ha^{-1} CPE	0,52 a	0,42	0,39	0,37	0,36 ab	0,32 ab	0,29 ab
Testemunha	0,51ab	0,43	0,40	0,38	0,37 a	0,33 a	0,30 ab
Teste F	$6,00^{**}$	$1,29^{ns}$	$1,24^{ns}$	$1,74^{ns}$	$2,38^{*}$	$3,25^{**}$	$5,00^{**}$
CV (%)	1,78	2,33	2,65	2,78	4,11	3,08	2,92
Manejo (M)							
Incorporado	0,50	0,43 a	0,40	0,38	0,36 a	0,32	0,29
Não incorporado	0,49	0,42 b	0,39	0,37	0,35 b	0,32	0,29
Teste F	$0,76^{ns}$	$4,99^{*}$	$2,47^{ns}$	$1,81^{ns}$	$6,82^{*}$	$1,92^{ns}$	$0,63^{ns}$
CV (%)	3,61	2,10	2,54	3,04	3,74	3,91	4,80
Interação T x M							
Teste F	$1,24^{ns}$	$1,59^{ns}$	$1,65^{ns}$	$1,73^{ns}$	$2,23^{*}$	$1,39^{ns}$	$1,81^{ns}$
Camadas (C)							
0-0,1 m	0,50	0,43	0,40	0,38	0,36	0,33	0,30 a
0,1-0,2 m	0,50	0,42	0,39	0,37	0,35	0,32	0,29 ab
0,2-0,3 m	0,49	0,42	0,39	0,36	0,35	0,32	0,28 b
Teste F	$1,46^{ns}$	$2,10^{ns}$	$1,69^{ns}$	$2,70^{ns}$	$2,74^{ns}$	$1,52^{ns}$	$3,17^{*}$
CV (%)	6,67	6,39	7,18	7,91	8,26	8,55	8,77
Teste F para:							
Interação T x C	$0,43^{ns}$	$2,17^{ns}$	$2,79^{**}$	$2,92^{**}$	$2,12^{*}$	$1,67^{ns}$	$1,62^{ns}$
Interação M x C	$0,22^{ns}$	$0,06^{ns}$	$1,70^{ns}$	$0,94^{ns}$	$1,36^{ns}$	$0,91^{ns}$	$2,08^{ns}$
Interação T x M x C	$0,76^{ns}$	$1,68^{ns}$	$0,35^{ns}$	$0,40^{ns}$	$0,38^{ns}$	$0,46^{ns}$	$0,74^{ns}$

*, ** = significativo a 5 e a 1 % de probabilidade. ns = não significativo. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). TFC = torta de filtro de cana; SMPC = serragem de madeira de peroba e cedrinho; SME = serragem de madeira de eucalipto.

As 18 Mg ha^{-1} de TFC promoveu menor retenção de água no solo entre os tratamentos, independente do manejo, na umidade de saturação onde o potencial mátrico é igual a zero. A dose de 6 Mg ha^{-1} TFC também contribuiu para menor retenção de água a tensões mais elevadas de 100, 330 e 1000 hPa. Dessa forma, verifica-se que o uso de 6 Mg ha^{-1} TFC reduz o conteúdo de água em tensões acima da capacidade de campo, contribuindo para menor conteúdo de água disponível para as plantas, independente do manejo empregado.

As 18 Mg ha^{-1} de SPC e 18 Mg ha^{-1} CPE tiveram maior retenção de água apenas na condição de saturação, podendo ser devido à baixa capacidade de decomposição destes resíduos e a fração orgânica recalcitrante (pesada) desses tipos de resíduos.

Nas tensões acima de 100 hPa, houve tendência de redução da retenção de água no solo com o enriquecimento de carbono pelos tratamentos, independente de camada e manejo estudados, que provavelmente foi induzida por mudança na quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo devido à aplicação dos resíduos orgânicos. Este resultado não corrobora com os encontrados na literatura, os quais comprovem que o enriquecimento de carbono do solo tende a melhorar a estrutura do mesmo e consequentemente garantir maior retenção de água. É importante entender que a retenção de água no solo sob forças (tensões) maiores que a exercida pela ação da gravidade, requer estruturação do solo, dado que está retenção ocorre nos microporos intragregados (MONTANARI, R. 2011).

Houve interação significativa para tratamentos e manejo do solo para a tensão de 100 hPa, independe da camada analisada (Tabela 6). O tratamento com TFC 6 Mg ha^{-1} sem incorporação promoveu ao longo de 25 meses de condução do experimento, menor retenção de água no solo no potencial mátrico de 100 hPa. Pode-se inferir que há fatores envolvidos no processo de degradação da torta de filtro que culminam para menor retenção de água no solo para o potencial mátrico de 100 hPa (Tabela 8), ocorrendo também para as tensões de 330 e 1000 hPa, observadas na tabela 7. Verifica-se que o uso e manejo do solo sem a incorporação de resíduos não afetaram o conteúdo de água na capacidade de campo em relação a testemunha (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios e desvio-padrão para o conteúdo de água no solo na tensão de 100 hPa referente ao desdobramento da interação tratamento x manejo de um Latossolo Vermelho Amarelo.

Tratamento	Conteúdo de água no solo à 100 hPa (m^{-3} m^{-3})	
	Incorporação dos resíduos	Sem incorporação
6 Mg ha^{-1} TFC	0,35 ± 0,01 Aa	0,32 ± 0,02 Bb
18 Mg ha^{-1} TFC	0,36 ± 0,03 Aa	0,35 ± 0,02 Aab
6 Mg ha^{-1} SPC	0,36 ± 0,02 Aa	0,33 ± 0,03 Aab
18 Mg ha^{-1} SPC	0,37 ± 0,04 Aa	0,35 ± 0,03 Aab
6 Mg ha^{-1} CPE	0,34 ± 0,02Aa	0,37 ± 0,04 Aa
18 Mg ha^{-1} CPE	0,37 ± 0,04 Aa	0,34 ± 0,02 Aab
Testemunha	0,37 ± 0,01 Aa	0,36 ± 0,04 Aab

Letras minúsculas comparam os tratamentos na coluna. Letras maiúsculas comparam os manejos na linha.

Quando incorporados a aplicação dos tratamentos não promoveu aumentos significativos na retenção de água na CC (capacidade de campo) do solo em relação a testemunha, demonstrando que mesmo após dois anos de incorporação dos resíduos, estes não promoveram alterações significativas na qualidade física do solo em função dos indicadores avaliados. Contudo, quando não incorporados, os resíduos modificam a capacidade de retenção de água do solo na tensão referente a capacidade de campo, e também sobre a porosidade total. A aplicação de 6 Mg ha^{-1} de CPE aumentou significativamente o volume de água retido na CC, aumentando assim a disponibilidade de água para as plantas neste sistema.

O desdobramento da interação entre os fatores tratamento e camada demonstra que a camada 0,1 a 0,2 m apresentou efeito dos tratamentos aplicados para o volume de água retido nas tensões de 40, 60 e 1000 hPa (Tabela 9).

TABELA 9. Valores médios da retenção de água no solo referente ao desdobramento da interação tratamento x manejo de um Latossolo Vermelho Amarelo.

Ψ	Camada	TFC 6 Mg ha^{-1}	TFC 18 Mg ha^{-1}	SPC 6 Mg ha^{-1}	SPC 18 Mg ha^{-1}	CPE 6 Mg ha^{-1}	CPE 18 Mg ha^{-1}	Testemunha
hPa	m	Conteúdo de água (m^3 m^{-3})						
	0-0,1	0,39 Aa	0,38 Ab	0,39 Aa	0,40 Aab	0,42 Aa	0,39 Aa	0,41 Aa
40	0,1-0,2	0,38 BCa	0,42 Aa	0,37Ca	0,41 Aa	0,38 BCb	0,39 ABCa	0,39 ABCa
	0,2-0,3	0,39 Aa	0,38 Ab	0,39 Aa	0,38 Ab	0,40 Aab	0,38 Aa	0,40 Aa
	0-0,1	0,37 Aa	0,36 Ab	0,37 Aa	0,38 Aab	0,40 Aa	0,38 Aa	0,39 Aa
60	0,1-0,2	0,34 Ca	0,39 ABa	0,35 BCa	0,41 Aa	0,35 BCab	0,37 ABCa	0,37 ABCa
	0,2-0,3	0,36 Aa	0,36 Ab	0,37 Aa	0,35 Ab	0,37 Ab	0,36 Aa	0,38 Aa
	0-0,1	0,35 Aa	0,34 Aa	0,35 Aa	0,36 Aa	0,38 Aa	0,36 Aa	0,38 Aa
100	0,1-0,2	0,32 Ca	0,38 Aa	0,33 BCa	0,38 Aa	0,33 BCb	0,36 BCa	0,36 BCa
	0,2-0,3	0,34 Aa	0,35 Aa	0,35 Aa	0,34 Aa	0,35 Aab	0,34 Aa	0,37 Aa

Letras maiúsculas comparam na linha. Letras minúsculas comparam na coluna às profundidades em cada potencial mátrico. TFC = torta de filtro de cana; SPC = serragem de peroba e cedrinho; CPE = Cavaco da ponta de eucalipto.

Observa-se que os efeitos foram significativos entre os tratamentos com 18 Mg ha^{-1} de TFC e 18 Mg ha^{-1} de SPC, os quais proporcionaram maior retenção de água na camada 0,1 a 0,2 m. Verifica-se também que nestas condições e profundidade, o tratamento com 6 Mg ha^{-1} de TFC resultou em menor retenção de água no solo para os potenciais mátricos de 40, 60 e 1000 hPa.

O uso de 6 Mg ha^{-1} de CPE também proporcionou menor retenção de água entre os tratamentos na camada 0,10 a 0,20 m. A menor retenção de água neste tratamento pode estar relacionada ao material de origem do resíduo, pois resíduos de plantas de eucalipto dificultam sua decomposição microbiológica (Silva & Costa, 2004). Desta forma, a decomposição do material orgânico ocorre de forma mais lenta em decorrência de efeitos alelopáticos e também da alta relação C/N. Segundo Kiehl (1985), a decomposição de material orgânico por microrganismos ocorre preferencialmente em materiais orgânicos com relação C/N próximo a 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio.

Os resultados obtidos no presente trabalho (Tabelas 3, 7 e 9) demonstram que o uso de resíduos agroindustriais afeta, principalmente a camada 0,1 a 0,2 m independente do manejo adotado. A aplicação de 18 Mg ha^{-1} de TFC e 18 Mg ha^{-1} de SPC contribuípara obtenção de maiores valores de retenção de água nas tensões de 40 e 60 hPa. Contudo, na tensão matricial de 100 hPa, estes tratamentos diferiram significativamente da testemunha, demonstrando que o manejo do solo após 2 anos do enriquecimento de C, foi suficiente para melhorar as condições físico-hídricas do solo, permitindo maior retenção de água na tensão referente a capacidade de campo do solo.

5.3 Produtividade das culturas

Os dados apresentados nas figuras 5 e 6, demonstram os resultados de produtividades das culturas de soja e milho safrinha respectivamente, em função dos tratamentos e manejos.

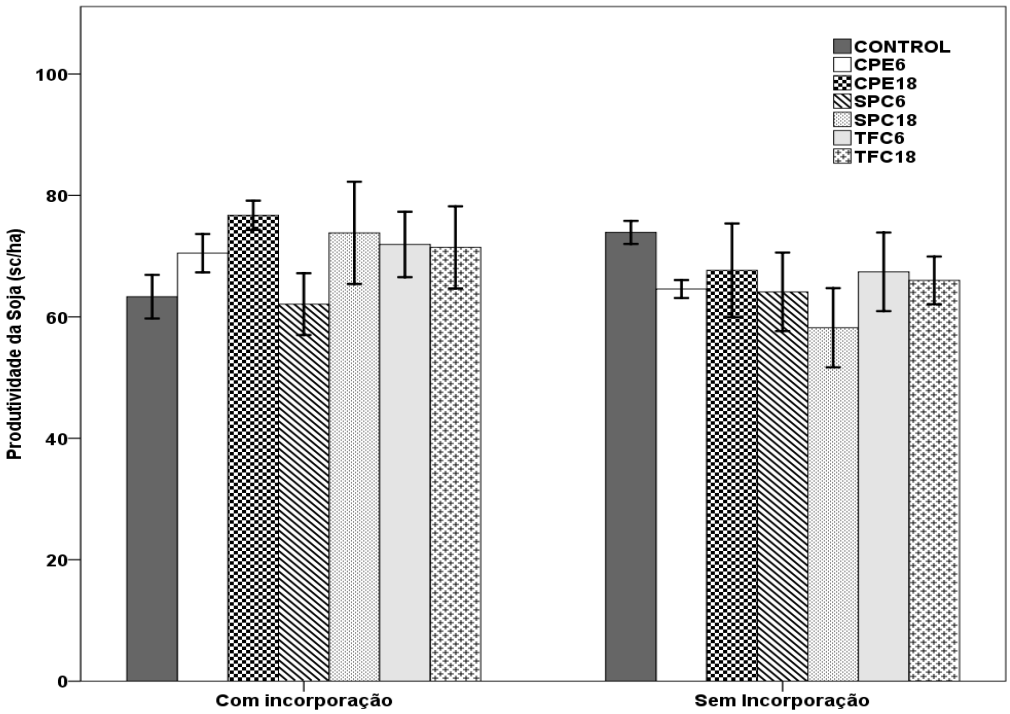

FIGURA 5 - Produtividade da Soja TMG 132 em função dos tratamentos e tipo de manejo. Campo Verde-MT. 2012

Os enriquecimentos de carbono no solo pelos diferentes resíduos agroindustriais, não apontaram diferenças significativas para a variável produtividade. Dessa forma, algumas hipóteses podem ser consideradas para

explicar os resultados obtidos, como o alto índice de relação C/N entre os compostos CPE e SPC.

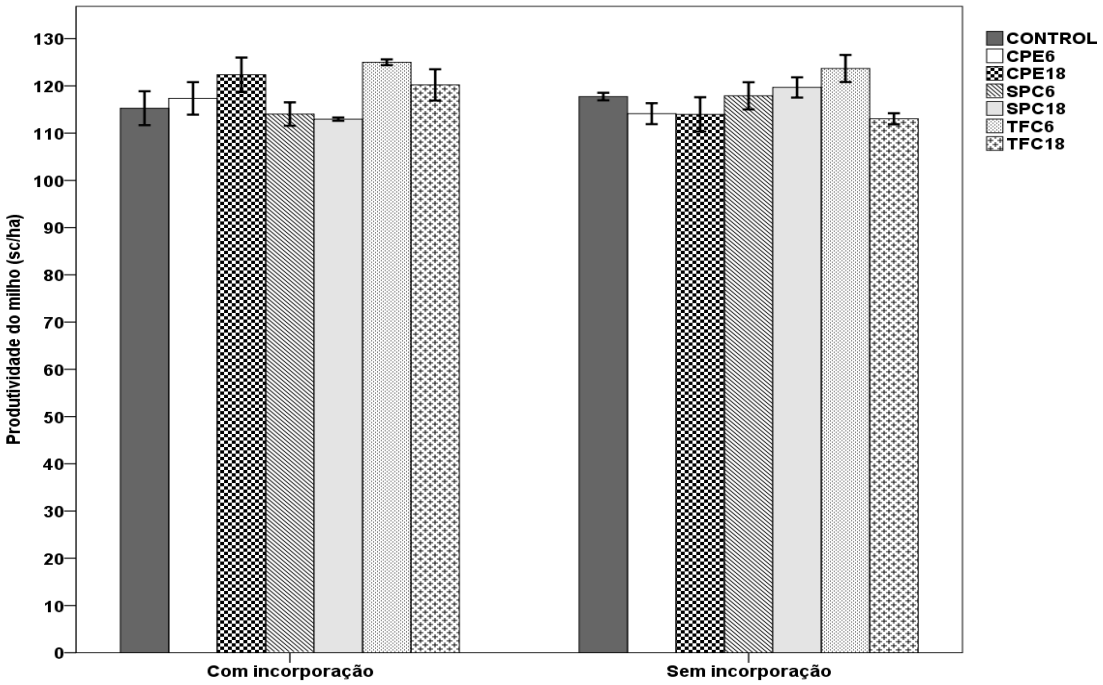

FIGURA 6 - Produtividade do milho safrinha Ag 1633 em função dos tratamentos e tipo de manejo. Campo Verde-MT. 2012

Villas Boas *et al.* (2004), trabalhando em um Latossolo Vermelho Escuro (textura arenosa) e Areia Quartzoza, com aporte de compostos orgânicos provenientes de serragem de madeira, casca de eucalipto e palhada de feijão na cultura da alface, não obteve diferenças significativas na massa das plantas, quando utilizou serragem de madeira e casca de eucalipto comparado à testemunha. No entanto, para o composto com palhada de feijão e dose mais elevada, promoveu resultado estatisticamente superior, duplicando a biomassa fresca da alface em relação à testemunha. Portanto, pode-se considerar que não ocorreu resposta para doses de compostos orgânicos provenientes de casca de eucalipto e serragem de madeira.

Essa inferência pode ser reforçada pelo fato que alguns compostos apresentam estruturas de difícil decomposição pela população microbiana do solo, como a celulose e lignina presentes nos compostos de casca de eucalipto e serragem de madeira. Além disso, Inoko (1982) cita que na decomposição de materiais provenientes de madeira, são liberados para o meio resinas, terpenóides e

substâncias fenólicas, dentre outros compostos, que podem causar injúrias nas plantas.

TABELA 10. Valores de F calculado para produtividades de Soja e milho em sistemas de manejos Incorporados e sem Incorporação.

Produtividade	Soja	Milho	Soja	Milho
	Incorporação dos resíduos		Sem incorporação	
Resíduos (R)	0.51^{ns}	1.56^{ns}	0.63^{ns}	0.52^{ns}
Dose (D)	1.59^{ns}	0.00^{ns}	0.10^{ns}	0.52^{ns}
Int. R x D	0.58^{ns}	0.43^{ns}	0.34^{ns}	0.85^{ns}
Int. T x Test	1.60^{ns}	0.35^{ns}	2.50^{ns}	0.01^{ns}
Tratamentos (T)	0.89^{ns}	0.72^{ns}	0.76^{ns}	0.55^{ns}
CV%	14,02	7,73	14,90	7,55

NARDIN. (2007) trabalhando com aporte de torta de filtro de cana nas dosagens de 0 Mg ha^{-1} e 30 Mg ha^{-1} de torta de-filtro fresca no sulco e 60 Mg ha^{-1} em área total na cultura de cana de açúcar, observou melhorias na qualidade do solo, fornecendo aumentos significativos nos teores de P e Ca no solo, porém não perceptíveis no aumento de produtividade em nenhuma das variedades estudadas, resultados que corroboram com os encontrados neste estudo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A capacidade de um resíduo agroindustrial aumentar o teor de matéria orgânica no solo vai depender, basicamente, das características do próprio resíduo, da dose, da frequência e da forma de aplicação (incorporação ou distribuição superficial).

A pouca presença de efeitos significativos encontrados no presente trabalho, possivelmente devem estar associados a pequenas quantidades de resíduos aplicados e à falta de aporte de resíduos a cada safra agrícola. Com aplicação continua de resíduos no solo, provavelmente ter-se-ia um aporte crescente de matéria orgânica remanescente no solo, contribuindo cada vez mais para a melhoria de todas as características físico-hídricas citadas no estudo e como consequência o aumento das produtividades das culturas.

Também, ficou evidente que somente uma aplicação de resíduos e apenas dois anos de estudo, seja pouco para que as características físicas-hídricas do solo se alterem. Para que a pesquisa continue avançando cada vez mais nessa área de atuação, seria importante a continuidade da pesquisa por mais tempo e maiores doses de resíduos aplicados no solo.

7. CONCLUSÕES

1- A qualidade do material orgânico utilizado no enriquecimento de carbono do solo altera a capacidade de retenção de água, sendo que o cavado de eucalipto não proporcionou alterações nos atributos físicos e físico-hídricos do solo.

2- A aplicação de 18 Mg ha^{-1} de torta de filtro e 18 Mg ha^{-1} de serragem de peroba e cedrinho foi suficiente para melhorar a retenção de água do solo na camada de 0,1 a 0,2 m.

3- As produtividades das culturas não foram influenciadas pelos tratamentos estabelecidos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A América Latina e o Caribe celebram **o Ano Internacional dos Solos 2015**. Disponível em: http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/270863/. Acesso em 17/09/2015.

AGNE, S.A.A. & KLEIN, V.A. **Matéria orgânica e atributos físicos de um Latossolo Vermelho após aplicações de dejeto de suínos**. Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 18, n. 7, p. 720-726, 2014.

ALBUQUERQUE, E. R. G. M. **Aproveitamento do Resíduo da Indústria de Celulose no Cultivo do Bambu. (2011)**. 52 f. Mestrado (Mestre) - Programa de PósGraduação em Química, UFPE, Recife-PE, 2011.

ARAÚJO, E.A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L. & LANI, J.L. **Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação.** Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia, v.5, n.1, p.187-196, 2012.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. da; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. C. **Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 37, p. 99-106, jul. / dez. 1998.

BIANCHINI, A.; MAIA, J.C.; MAGALHÃES, P.S.G.; CAPPELLI, N.; UMEZU, C.K. **Penetrógrafo eletrônico automático**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. v.6, n.2, 2002.

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **- ANVISA. RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004**. Diário Oficial da União. Brasília, 10 de dezembro de 2004

Brasil, Ministério do Meio Ambiente. **Resolução no 358 de 29 de abril de 2005**. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, 2005. Diário Oficial da União. Brasília, 04 de maio de 2005.

BUSSCHER, W.J. **Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. Transactions of the ASAE**, v.33, n.2, p.519-524, 1990.

CALEGARI, A. **Coberturas verdes em sistemas intensivos de produção**. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1., 2000, Dourados. *Anais...* Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2000. p. 141-153.

CARDOZO, C.O.N. BENEDINI, M.S. PENNA, M.J. **Viabilidade técnica do uso do composto no plantio comercial de cana-de-açúcar**. **Boletim Técnico Copersucar** 41/88. São Paulo, p. 13-17, 1988

CARNEIRO, M. A. C. et al. **Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de Cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,

CHACÓN, E.A.V.; MENDONÇA, E.S.; SILVA, R.R.; LIMA, P.C.; SILVA, I.R. & CANTARUTTI, R.B. **Decomposição de fontes orgânicas e mineralização de formas de nitrogênio e fósforo**. Revista Ceres, v.58, n.3, p.373-383, 2011.

Cunha, E. Q.; Stone, L. F.; Moreira, J. A. A.; Ferreira, E. P. B.; Didonet, A. D.; Leandro, W. M. **Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I - Atributos físicos do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.35, p.589- 602, 2011. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000200028

DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. P.; MONTANARI, R.; CAIONE, G.; SILVA, A. F. **Variabilidade espacial da produtividade do arroz com a matéria orgânica e bases trocáveis do solo**. In: SIMPÓSIO DE GEOESTATÍSTICA APLICADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2, 2011, Botucatu. Anais eletrônicos... Botucatu: Unesp, 2011. Disponível em:<http://www.fac.unesp.br/sgea>. Acesso em: 29 set. 2014.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W. et al. (Eds.). ***Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America**, 1994. p. 3-22. COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G.de.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed.rev.atual. Rio de Janeiro, 2011. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - **Cana- de açúcar. Disponível** em:<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_39_711200516717.html>. Acesso em: 01 mai. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA - **Cana-de-açúcar**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_108_22122006154841.html>. Acesso em: 01 mai. 2012.

FAGUNDES, H.A.V. **Produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2003. p. 77.

FAO - Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação**. Food outlook Biannual Report on Global Food Markets. Roma, 2013.** Disponível em: < www.fao.org/docrep/019/i3473e/i3473e.pdf.> Acesso em: 18 set. 2015.

FUNDAÇÃO MATO GROSSO. **História.** Disponível em: <http://www.fundacaomt.com.br/institucional/historia.php>. Acesso em: 05 mai. 2012.

GRACE, T. M. et al. (Ed.). Proccess variables. In: _____. Alkaline pulping. 3rd. ed. Montreal: Canadian Pulp and Paper Association, 1989a. chap. 5, p. 74-113.

Guedes, Marcelino Carneiro, et al. **"Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto**." *Revista Brasileira de Ciência do Solo* (2006).

Heimann, Martin, and Markus Reichstein. "Terrestrial ecosystem carbon dynamics and climate feedbacks." *Nature* 451.7176 (2008): 289-292.

IBM Corp. IBM **SPSS Statistics for Windows**. Version 20.0. Armonk: IBM Corp, 2011.

INOKO, A. The composting of organic materials and associated maturity problems. Food & fertilizer techonology center. ASPAC, Japan. (Technical Bulletin no 71). 1982

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal – 2010**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pam/default.asp?o=18&i=P>. Acesso em: 01 mai. 2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal** – Cereais, Leguminosas e Oleaginosas 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=510267> Acesse em: 10 mai. 2012.

KIEHL, E.J. **Adubação orgânica: 500 perguntas & respostas**. Piracicaba: Degaspari. 243p.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 1985.

KLUTE, A. Water retention: Laboratory methods. In: KLUTE, A., ed. **Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods.** 2.ed. Madison, America Society of Agronomy, 1986. p.635-660.

Kuzyakov, Ya, J. K. Friedel, and K. Stahr. "**Review of mechanisms and quantification of priming effects."** *Soil Biology and Biochemistry* 32.11 (2000): 1485-1498.

Kuzyakov, Yakov. "Priming effects: **interactions between living and dead organic matter."** *Soil Biology and Biochemistry* 42.9 (2010): 1363-1371.

LIER,Q.J. **Física do solo**. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Viçosa, 2010. p. 283-297.

Lima, Luciana Maria, Luciana Maria Menezes, and June Faria Scherrer Menezes. "USO DE CAMAS DE FRANGO TRATADAS COM DIFERENTES CONDICIONADORES NA ADUBAÇÃO DA CULTURA DO MILHO E DA SOJA." *Revista GeTeC* 2.4 (2014).

LOPES DA SILVA, M.S.; RIBEIRO, M.R**. Influência do cultivo contínuo da cana-deaçúcar nas propriedades químicas dos solos argilosos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 30. n.3. p.389-394. 1995.

LUCIANO, R. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A.; BATILTELLA, B.; WARMLING, M. T. **Atributos físicos relacionados à compactação de solos sob vegetação nativa em região de altitude no sul do Brasil**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, p. 1733-1744, 2012.

MALHEIROS, S. M. P.; PAULA JÚNIOR, D. R. **Utilização do processo de compostagem com resíduos agroindustriais**. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agricultura Sustentável**. Brasília: MMA, 2000, 57p.

Montanari, R. (2011). **Produtividade da soja em função de algumas propriedades do solo sob plantio direto em um ferralsol do cerrado brasileiro**.

MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O**. Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.

NARDIN, Ronie Richard**. Torta-de-filtro aplicada em argissolo e seus efeitos agronômicos em duas variedades de cana-de-açúcar colhidas em duas épocas.** 2007. 39 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produção Agrícola) – Pós-Graduação – IAC

NUNES JR., D.; MORELLI, J.L.; NELLI, E.J. **comportamento de variedades de cana-deaçúcar na presença de torta de filtro e de mamona**. Parte II. Boletim Técnico Copersucar 41/88. São Paulo. p 3-12. 1988.
OLIVEIRA, M.W.; TRIVELIN, P.C.; PENATT, C.P. & PICCOLO, M.C. **Decomposição e liberação de nutrientes da palha de cana de açúcar em campo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.32, p.2359-2362, 1999.

PENATTI, C.L. BONI, P.S. **Uso da torta de filtro no plantio da cana-de-açúcar**. Centro de Tecnologia Copersucar. Relatório Técnico. 8 Pg. Piracicaba-SP. 1989 B.

PENATTI, C.P. BONI, P.S. **Efeito da torta de filtro na cana planta e cana soca.** Centro de Tecnologia Copersucar. Relatório Técnico. 7 pg. Piracicaba-SP. 1989

PENATTI, C.P; DONZELLI, J.L. **Uso da Torta de Filtro em cana-de-Açúcar**. Piracicaba, 7 pg. 1991.

Pereira, Leandro Barradas, et al. "**Manejo da adubação na cultura do feijão em sistema de produção orgânico**." Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics) 45.1 (2015).

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO VERDE (2012a). **Economia**. Disponível em: <http://www.campoverde.mt.gov.br/interna/informacoes/economia.html>. Acesso em:08 mai. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPO VERDE (2012b). **Geografia**. Disponível em:<http://www.campoverde.mt.gov.br/interna/informacoes/geografia.html>. Acesso em: 08 mai. 2012.

Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006.

Rauber, L. P.; Piccolla, C. D.; Andrade, A. P.; Friederichs, A.; Mafra, A. L.; Corrêa, J. C.; Albuquerque, J. A. Physical properties and organic carbon content of a Rhodic Kandiudox fertilized with pig slurry and poultry litter. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.36, p.1323-1332, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000400026

REICHERT,J.M.et al. **Hidrologia do Solo, Disponibilidade de Água às Plantas e Zoneamento Agroclimático**. In: KLAUBERG FILHO, O.; MAFRA, A.L.; GATIBONI, L.C. TÓPICOS EM CIÊNCIA DO SOLO. Viçosa, 2011. p. 1-55.

RUIZ, H.A.,; GUEYI, H.R. ALMEIDA, M.T.; RIBEIRO, A.C. Torta-de-Filtro e vinhaça na recuperação de um solo salino-sódico e no desenvolvimento de arroz irrigado(1). Revista Brasileira da Ciência do solo. v. 21, p. 659-665. Viçosa, 1997.

SANTOS, D. H.; SILVA, M. A.; TIRITAN, C. S.; FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R. **Qualidade tecnológica da cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 15, p. 443-449, 2011

SILVA, A.C. & COSTA, A.S.V. **Decomposição de partes vegetais de eucalipto (*Eucaliptus grandis*) submetidas a extratos de diferentes solos**. Revista Acadêmica, v.2, n.2, p.11-20, 2004.

SILVA, A.P. et al. **Intervalo Hídrico Ótimo e sua Importância para as Plantas**. In: RIBEIRO,M.R. et al. TÓPICOS EM CIÊNCIA DO SOLO. Viçosa, 2009. p. 1-25.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. **Matéria orgânica do Solo**. In Novais, R.F.et al. Fertilidade do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2007. P. 305 – 356.
SIMONETE, M. A.; KIEHL, J. C.; ANDRADE, C. A.; TEIXEIRA, C. F. A**. Efeito do lodo de esgoto em um Argissolo e no crescimento e nutrição de milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 10, p. 1187-1195, 2003.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A A. **Biotecnologia do solo: fundamentos e perspectivas.** Brasília: FAEP/ABEAS/MEC/ESAL. 1988. 236p.

STEFANOSKI, D.C.; SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; PETTER, F.A. & PACHECO, L.P. **Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.12, p.1301-1309, 2013.

STONE, L. F.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, A. D.; HEINEMANN, A. B.; OLIVEIRA, J. P. **Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 19, p. 19-25, 2013.

Trumbore, Susan E., and Claudia I. Czimczik. "**An uncertain future for soil carbon**." *science* 321.5895 (2008): 1455-1456.

VASCONCELOS, Yuri. **Irrigação alternativa**. **Pesquisa FAPESP**, n. 166, p. 72, 2009.

VIEIRA, M. J.; MUZILLI, **O. Características físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob diferentes sistemas de manejo**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 19, n. 7, p. 873-882, 1984.Viçosa, v. 33, n. 1, p. 147-157, 2009.

Vieira, R. S. A. (2014). **Caracterização física e microbiológica do processo de compostagem do cogumelo Agaricus blasei e sua utilização em frangos de corte.**

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M.; BÜLL, L.T.; CEZAR, V.R.S.; GOTO, R**. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido**. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.1, p.28-34, jan-mar 2004

Zhao, Y.; Wang P.; Li, J.; Chene, Y.; Yingf, X.; Liu, S. **The effects of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat–maize cropping system.** European Journal of Agronomy, v.31, p.36-42, 2009. http://dx.doi. org/10.1016/j.eja.2009.03.001