



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA**

PRISCILA ROBERTA LEME ZANFOLIN

**DESSECAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA E APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE
AVIÁRIO PARA SEMEADURA DE PRIMEIRO CULTIVO DE SOJA**

Presidente Prudente - SP
2020



**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DOUTORADO EM AGRONOMIA**

PRISCILA ROBERTA LEME ZANFOLIN

**DESSECAÇÃO DE PASTAGEM DEGRADADA E APLICAÇÃO DE RESÍDUO DE
AVIÁRIO PARA SEMEADURA DE PRIMEIRO CULTIVO DE SOJA**

Tese apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal

Orientador: Dr. Edemar Moro

Presidente Prudente - SP
2020

633.2
Z28d

Zanfolin, Priscila Roberta Leme.

Dessecação de pastagem degradada e aplicação de resíduo de aviário para semeadura de primeiro cultivo de soja / Priscila Roberta Leme Zanfolin. – Presidente Prudente, 2020.

78f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2020.

Bibliografia.

Orientador: Edemar Moro

1. Palhada. 2. Adubação orgânica. 3. Sistema semeadura direta. 4. Física do solo. I. Título.

Catálogo na fonte: Michele Mogni – CRB 8-6204

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "DESSECAÇÃO ANTECIPADA DE PASTAGEM COMBINADA COM APLICAÇÃO DE ESTERCO DE AVIÁRIO E IMPACTO NA CULTURA DA SOJA"

AUTOR(A): PRISCILA ROBERTA LEME ZANFOLIN

ORIENTADOR(A): Edeimar Moro

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:

Carolina dos Santos Batista Bonini

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Dracena (SP)

Edeimar Moro

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Juliano Carlos Calonego

UNESP - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Botucatu (SP)

Marcelo Rodrigo Alves

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Tiago Aranda Catuchi

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)

Data da realização: 07 de agosto de 2020.

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, José Roberto Zanfolin e Valéria Leme Zanfolin, por sempre terem me incentivado e ensinado que a educação é o maior troféu de um ser humano.
Essa tese é a materialização de seus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

*Aos meus pais **Valéria Leme Zanfolin** e **José Roberto Zanfolin** primeiramente pelo exemplo de garra, determinação e sabedoria. Sou o resultado de lutas diárias para ser um pouco do que eles são. Depois pelo apoio emocional e financeiro durante toda minha vida, que me possibilitaram tranquilidade para estudar e desenvolver este trabalho.*

*Ao meu esposo **Roger Ferreira** por ser meu porto seguro de paz, amor e tranquilidade desde o início desta tese, sem o qual eu jamais teria chegado até aqui.*

*Ao meu irmão e parceiro de tantas caminhadas, **Lorran Zanfolin**.*

*Ao meu orientador, **Prof. Dr. Edemar Moro**, por toda paciência e confiança depositadas em mim e por toda contribuição com seu inestimável conhecimento. Sua empolgação, energia e paixão pela agronomia me contagiam e me dão forças para prosseguir profissionalmente.*

Á todos os professores e funcionários da UNOESTE, pelo apoio e ensino de qualidade.

*Aos colegas do Grupo de GMASA, em especial o amigo **Fernando Bernardo Martins**, pelo companheirismo e contribuição na execução deste trabalho.*

*Aos meus estagiários **Raphaela Teruel Lopes Guimarães**, **Renan Willian Vanzella**, **Roberto Borges Malheiro Junior**, **Vinícius Pereira Lima** e **Matheus dos Santos Rodrigues**, que contribuíram imensamente para a execução deste trabalho.*

*Agradeço também à **CAPES**, pela bolsa concedida, só por meio deste recurso foi possível a realização deste experimento.*

*“Eu sou a serva do Senhor; faça-se em
mim segundo a Tua palavra!”
(**Maria, a mãe de Jesus**)*

RESUMO GERAL

Dessecação de pastagem degradada e aplicação de resíduo de aviário para semeadura de primeiro cultivo de soja

A soja é uma das mais importantes culturas agrícolas da economia mundial, é considerada uma das principais responsáveis pela introdução do conceito de agronegócio no Brasil. No entanto, nem sempre a cultura é implantada em solos com as condições físicas e microbiológicas ideais. A aplicação de um material rico em microorganismos, como o resíduo de aviário, pode beneficiar a cultura. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto de épocas de dessecação da pastagem com e sem a aplicação de esterco de aviário nas propriedades físicas e microbiológicas do solo e na produtividade da cultura da soja. O experimento foi realizado em Presidente Bernardes-SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. O fator experimental de primeira ordem foi a época de dessecação da pastagem em cinco etapas (180, 150, 120, 90 e 60 dias antes da semeadura da soja-DAS para a safra 16/17 e 160, 130, 100, 70 e 40 DAS para a safra 17/18). As sub-parcelas foram compostas pela ausência e aplicação de esterco de aviário (0 e 2.500 kg ha⁻¹ de esterco de aviário). Foram avaliados os atributos físicos e biológicos do solo e produtividade da soja. A pastagem dessecada aos 90 DAS antes da semeadura da soja proporcionou melhorias na física e biologia do solo. A aplicação cama de aviário após a dessecação, acelera a decomposição da palhada, porém não incrementou a produtividade da cultura da soja.

Palavras-chave: Palhada. Adubação orgânica. Sistema semeadura direta. Física do solo.

ABSTRACT

Times of desiccation of *Brachiaria* and application of bed of poultry prior to soybean cultivation

Soybean is one of the most important agricultural crops in the world economy, it is considered one of the main responsible for the introduction of the concept of agribusiness in Brazil. However, the crop is not always implanted in soils with ideal physical and microbiological conditions. The application of a material rich in microorganisms, such as poultry waste, can benefit the crop. The objective of this research was to evaluate the impact of pasture desiccation times with and without the application of poultry manure on the physical and microbiological properties of the soil and on the productivity of the soybean crop. The experiment was carried out at in Presidente Bernardes-SP. The experiment was carried out in a factorial system in randomized blocks with subdivided plots. The first order experimental factor was the time of drying the pasture in five stages (180, 150, 120, 90 and 60 DAS (days before sowing) for the 16/17 and 160, 130, 100, 70 and 40 DAS seasons for the 17/18 harvest). The sub-plots were composed by the absence and application of poultry manure (0 and 2,500 kg ha⁻¹ of poultry manure). Soil physical and biological attributes and soybean productivity were evaluated. Pasture desiccated at 90 DAS before soybean sowing provided improvements in soil physics and biology. The application of poultry litter after desiccation, accelerates the decomposition of the straw, however it did not increase the productivity of the soybean crop.

Keywords: Straw. Organic fertilization. No-littage system. Soil physics.

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO GERAL	10
	CAPÍTULO 1 – DESSECAÇÃO DA PASTAGEM E APLICAÇÃO DE ESTERCO DE AVIÁRIO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA	16
1	INTRODUÇÃO	18
2	MATERIAL E MÉTODOS	18
2.1	Condução do experimento.....	18
2.2	Avaliações	21
3	RESULTADOS	23
4	DISCUSSÃO	29
5	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33
	CAPÍTULO 2 – DESSECAÇÃO DA PASTAGEM E APLICAÇÃO DE ESTERCO DE AVIÁRIO NOS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA	40
1	INTRODUÇÃO	42
2	MATERIAL E MÉTODOS	44
2.1	Condução do experimento.....	44
2.2	Avaliações	47
3	RESULTADOS	49
4	DISCUSSÃO	56
5	CONCLUSÕES	58
	REFERÊNCIAS	59
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
	REFERÊNCIAS	67

INTRODUÇÃO GERAL

Caracterizada por ter solos arenosos, a região do oeste paulista apresenta pastagens com baixo suporte animal, decorrente de erros no manejo da pastagem e baixo investimento em correção do solo e reposição de nutrientes ao sistema. Isto poderá acarretar perda de água, compactação do solo e início do processo de erosão.

A baixa concentração de matéria orgânica neste ambiente se apresenta como um desafio na manutenção do equilíbrio das propriedades químicas, físicas e microbiológicas do solo. Aumentar os índices de produtividade, o uso sustentável das propriedades e conseqüentemente a rentabilidade das mesmas é o grande desafio para os agentes do agronegócio.

Uma alternativa eficiente para renovação e recuperação de pastagens degradadas é o cultivo da soja e outras leguminosas, cultivadas após a dessecação da pastagem que funciona como proteção ao solo, contribuindo para a ciclagem de nutrientes e servindo como cobertura morta ao SSD (sistema semeadura direta). De acordo com (ALVARENGA *et al.*, 2001a), os restos culturais devem cobrir, pelo menos, 70% da superfície do solo ou manter no mínimo 6 t ha⁻¹ de matéria seca para alcançar uma boa taxa de cobertura. Este é um dos requisitos mais importantes para o sucesso do SSD, pois afeta praticamente todas as modificações promovidas pelo sistema. Os resíduos de matéria seca das pastagens permitem recuperar os teores de matéria orgânica do solo a valores próximos ao original (BARBIERI, 2020).

Para adoção do SSD, a cobertura vegetal é de suma importância para a eficiência do sistema, nesse sentido a braquiária (*Urochloa* spp.) se destaca pela alta adaptação a solos com baixa fertilidade e por proporcionar boa cobertura vegetal o que contribui para uma alta produção de massa seca para a cobertura do solo. O SSD tornou-se importante instrumento para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas (BERTOLLO; LEVIEN, 2019), a cobertura morta na superfície do solo é o principal componente do sucesso do SSD, atuando como reguladora de temperatura e da água do solo, no enriquecimento de matéria orgânica, na prevenção das diversas modalidades de erosão e no impedimento da emergência de plantas daninhas (FERREIRA *et al.*, 2016).

Ricce, Alves e Prete (2011a), verificaram que a dessecação da pastagem de inverno pode ser realizada aos 0, 10, 20 e 30 dias antes da semeadura da soja, pois proporcionaram resultados satisfatórios em relação à produtividade de grãos. Segundo os autores, a presença de maior quantidade de palha, no dia da semeadura, provoca redução no estande de plantas, porém, tal redução é compensada com o aumento no número de vagens e não prejudica a produtividade média de grãos de soja.

Por outro lado, épocas de dessecação com maior antecedência à semeadura da soja pode reduzir o crescimento da pastagem em função do baixo índice de área foliar e a quantidade de palha para os cultivos posteriores, (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2009) além de aumentar a compactação superficial do solo (DEBIASI; FRANCHINI, 2012).

O maior tempo entre a dessecação da pastagem e a semeadura da soja ocasiona redução da quantidade de palha (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). Isto se deve ao maior tempo para a decomposição. Além disso, poderá ocorrer a emergência de plantas daninhas, fazendo-se necessário, em algumas situações, dessecação adicional (NASCENTE; CRUSCIOL, 2012). A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, menor será a proteção do solo (SALOMÃO *et al.*, 2020). Embora a região Oeste Paulista tenha características climáticas propícias para a rápida decomposição de resíduos vegetais, como altas temperaturas e solo aerado, a composição da palhada (altos teores de lignina e alta relação C/N) e a falta de umidade no outono e inverno diminuem a velocidade desse processo.

Entre os principais benefícios da transição pastagem-lavoura, de ser destacado a economia no manejo das principais doenças e pragas, maior facilidade no controle de plantas daninhas, ganho na fertilidade do solo, melhora dos indicadores de qualidade do solo, uso racional de fertilizantes e ganho na produtividade geral da propriedade.

As pastagens, mesmo de baixa qualidade, quando bem manejadas deixam adequada quantidade de matéria seca para cobertura do solo antecedendo a cultura da soja. A questão do ajuste da relação C:N da palhada pode ser realizada com dessecação antecipada e associação com adição de N, preferencialmente via fonte

orgânica, especialmente para solos arenosos. Uma das fontes que pode ser realizada é a cama de aviário.

A avicultura de corte gera uma quantidade elevada de resíduos, os quais podem ser utilizados como adubo orgânico. Os resíduos da criação de frangos possuem elevadas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, e micros minerais, como cobre e zinco (LIMA *et al.*, 2016), no que se referem aos nutrientes, os resíduos provenientes da criação intensiva de frangos são particularmente ricos (MALAQUIAS; SANTOS, 2016), segundo (ARAÚJO, 2018). Entre os benefícios do uso do esterco de aviário está o aumento da matéria orgânica no solo, tanto a proveniente da esterco como a produzida pelo maior aporte vegetal, ocasionando uma liberação gradativa de nutrientes. Outro benefício é um aumento na agregação das partículas do solo, permitindo melhor retenção e infiltração de água no solo. Cabe ressaltar que o uso de adubos orgânicos promove uma liberação gradual de nutrientes, com a vantagem de aumentar o teor de matéria orgânica, solubilizando gradativamente macro e micronutrientes para a solução do solo (DOURADO *et al.*, 2016). A prática da adubação orgânica, além de fornecer nutrientes às plantas, proporciona melhoria da estrutura física do solo, aumentando a retenção de água, diminuição da erosão, favorecendo o controle biológico de pragas devido à maior população microbiana e melhorando a capacidade tampão do solo (PINTO; DIAS GOMES; SPÓSITO, 2016). O adubo orgânico também aumenta a capacidade de troca catiônica, eleva o pH, reduzindo o teor de alumínio trocável (RAMOS *et al.*, 2018).

Em estudos de (BARBOSA *et al.*, 2019; MESQUITA *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2019) observou-se que, sob adubação orgânica, houve aumento da taxa de infiltração de água no solo, diminuição da densidade global e aumento da porosidade total e também do tamanho médio dos agregados, entre outros tantos efeitos positivos, de mesma ou de diferente natureza. Isso é explicado pelo maior do teor de matéria orgânica no solo, em função do contínuo aporte de material orgânico a este.

A hipótese desse trabalho é a de que a aplicação de esterco de aviário poderá reduzir o intervalo entre a dessecação da pastagem e a semeadura da soja. Supõe-se que com aplicação do esterco as melhorias nas propriedades do solo (química, física e biológica) ocorram mais rapidamente, proporcionando aumento na produtividade da soja. Esse trabalho foi dividido em dois capítulos e se justifica pela

busca de soluções para otimizar os sistemas produtivos em regiões com limitações edafoclimáticas.

CAPÍTULO 1

DESSECAÇÃO DA PASTAGEM E APLICAÇÃO DE ESTERCO DE AVIÁRIO NOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA

RESUMO

O cenário predominantemente de pastagem com baixos índices produtivos pode ser modificado com a implantação do SSD e inclusão de leguminosas. A aplicação de esterco de aviário, por ser um adubo nitrogenado orgânico, pode acelerar os processos microbiológicos de decomposição da palhada, podendo diminuir o intervalo ótimo entre a dessecação da forrageira e a semeadura da leguminosa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de dessecação da pastagem e da aplicação de esterco de aviário nas características físicas do solo e a consequência na produtividade da soja. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco épocas de dessecação da forrageira e as sub-parcelas foram compostas de ausência de aplicação de esterco de aviário e aplicação de 2.000 kg ha⁻¹. Foram avaliados os atributos físicos e biológicos do solo, além da produtividade da soja. As análises dos dados foram feitas nos softwares estatísticos SISVAR e R utilizando nível de significância de 5%. O melhor condicionamento físico do solo foi obtido quando a dessecação da pastagem foi realizada 90 dias após semeadura (DAS). A antecipação da dessecação da forrageira faz com que a semeadura da soja ocorra em uma condição de menor DS, mas isso não influencia na produtividade do primeiro ano de soja. A aplicação de esterco na pastagem dessecada aumenta a produtividade da soja em anos de melhores condições de precipitação.

Palavras-chave: plantio direto; física do solo; microbiologia do solo.

DESECTION OF PASTURE AND APPLICATION OF POULTRY MANURE ON THE PHYSICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

ABSTRACT

The predominantly pasture scenario with low yields can be modified with the implementation of the direct seeding system and the inclusion of legumes. The application of poultry manure, as an organic nitrogen fertilizer, can accelerate the microbiological processes of straw decomposition, reducing the optimal interval between drying the forage and sowing the legume. The objective of this work was to evaluate the influence of the pasture desiccation time and the application of avian manure on the physical characteristics of the soil and the consequence on soybean productivity. The experiment was carried out at the Experimental Farm of the Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, in Presidente Bernardes-SP. The experimental design was in randomized blocks with subdivided plot, in a 5x2 factorial scheme, with four replications. The plots consisted of five drying seasons of the forage and the subplots consisted of no application of poultry manure and application of 2,000 kg ha⁻¹. Soil physical and biological attributes were evaluated, as well as soybean productivity. Data analysis was performed using the statistical software SISVAR and R using a significance level of 5%. The anticipation of forage desiccation causes soybean sowing to occur in a condition of lower DS, but this does not influence the productivity of the first year of soybean. The application of manure on the desiccated pasture increases soybean productivity in years with better rainfall conditions.

Keywords: No-till system; soil physical; soil microbiology.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja se tornou a mais importante cultura para a economia do Brasil (OLIVEIRA *et al.*, 2017) por se tratar de uma cultura granífera de alto rendimento e por fixar nitrogênio ao solo (TAMAGNO *et al.*, 2018) se tornando, além de uma atividade rentável ao produtor, também uma ferramenta de reforma e melhoria das pastagens, que em muitas vezes, estão degradadas (LUANDA; EDEMAR; WELLINGTON, 2017). Todavia, alguns fatores dificultam a produção de soja em áreas onde essas pastagens estão inseridas, como a acidez do solo, baixos teores de matéria orgânica e solo sem estruturação apresentando camadas compactadas (JORIS *et al.*, 2016). O primeiro cultivo de soja em áreas com solos arenosos sempre será um desafio, seja pela baixa disponibilidade de nitrogênio no solo ou pela ausência natural de *Bradyrhizobium*.

A produção de soja em solos arenosos depende da manutenção do solo coberto pela palhada. O ideal é que pelo menos 50% da superfície do solo esteja coberta por palhada, isto equivale a aproximadamente 6 t ha⁻¹ de matéria seca para (ALVARENGA *et al.*, 2001b). Assim sendo, a integração lavoura-pecuária (ILP) é uma excelente alternativa para implantar a cultura da soja com a quantidade adequada de palhada, mesmo em solos de baixa fertilidade (FRANCHINI *et al.*, 2014).

Embora a quantidade de palha é importante, quando oriunda de pastagens com mais de dois anos de implantação e sem fertilização a parte aérea estará com alto teor de fibras. Quando o capim em tais condições é dessecado originará palhada com elevada relação C:N, como a produzida por espécies do gênero *Urochloa* (CALONEGO *et al.*, 2012). Isto pode afetar o crescimento e desenvolvimento da cultura subsequente (SOUZA *et al.*, 2006), principalmente devido à imobilização temporária do nitrogênio pela biomassa microbiana do solo (ROSOLEM *et al.*, 2012).

Diversos trabalhos já foram realizados com dessecação antecipada da pastagem para implantação da cultura da soja (SANTOS *et al.*, 2007; RICCE *et al.*, 2011; (NEPOMUCENO *et al.*, 2012; FRANCHINI *et al.*, 2014, 2015; BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2016). A maior parte destes trabalhos não ultrapassam 30 dias entre a dessecação da pastagem e a semeadura da soja. A principal razão do curto

período é por se tratar de pastagens com pouco tempo de implantação, sendo que o resíduo de forragem ainda não está muito lignificado.

A principal razão citada nos trabalhos de pesquisa com relação a dessecação antecipada fazem referência ao ajuste da relação C:N e avaliação da necessidade de nitrogênio mineral à cultura da soja (NEPOMUCENO *et al.*, 2012; FRANCHINI *et al.*, 2015; BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2016). No entanto, tais trabalhos sugerem antecedência de apenas 30 dias antes da semeadura da soja. Este período pode ser curto para ajuste da relação C:N e ajuste físico do solo, especialmente se houver para volume de chuvas entre a dessecação e a implantação da soja.

Quando se trata de pastagens com 3 ou mais anos de implantação é fundamental um período maior de dessecação para que ocorra melhorias nas condições de física do solo e redução da relação C:N da palhada. Considerando a importância do efeito das raízes das braquiárias sobre a produtividade da soja (BALBINOT JUNIOR *et al.*, 2017). O maior tempo de dessecação permite a decomposição das raízes, o ajuste da física do solo, disponibilização dos nutrientes e ajuste da relação C:N. Porém, alguns benefícios trazidos principalmente pela cobertura da palhada podem ser perdidos com o passar do tempo. Dessa forma, não há consenso sobre a melhor época para a dessecação da forrageira antes de semear a soja, principalmente para pastagens “velhas”.

A alta relação C:N da palhada é sempre um fator limitante, ao desempenho das culturas anuais. Embora, até 90% do nitrogênio requerido pela soja são provenientes da fixação biológica (CIAMPITTI; SALVAGIOTTI, 2018), para que a cultura expresse seu potencial produtivo será necessário nitrogênio no solo.

Solos arenosos possuem baixo teor de matéria orgânica (10 g dm^{-3}) e, considerando que a cultura demanda de 80 kg N por Mg de grão produzido, seria necessário aproximadamente 30 kg ha^{-1} de nitrogênio proveniente do solo para o potencial atingível da cultura na região do estudo. Portanto, para viabilizar a inclusão da soja neste cenário, é importante construir um ambiente favorável para que expresse o potencial produtivo. O déficit de nitrogênio poderá ser compensado com a antecipação da dessecação e reposição do nutriente. O ideal para solos arenosos seria uma fonte orgânica de nitrogênio.

Uma das opções de fonte orgânica é a cama de aviário. Os resíduos da criação de frangos possuem elevadas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio, e micros minerais, como cobre e zinco (PASSOS *et al.*, 2016). A cama de

aviário contém alta concentração de nutrientes, pois as aves têm baixos índices de aproveitamento de suas rações (40 a 60% apenas) (MARÍN, 2011). Os teores médios dos principais macronutrientes da cama de aviário é 2 a 5% de N, 1,5 a 3% de P_2O_5 e 2 a 4% de K_2O (PIZZATTO, 2017).

A baixa relação C:N da cama de aviário (SILVA, 2019a) favorece a liberação dos nutrientes às plantas. Nas regiões com maior disponibilidade da cama, o preço é menor e, tem motivado a utilização como fertilizante, sobretudo, como fonte de N às plantas (FREITAS, 2019). Além da liberação gradual de nutrientes, os fertilizantes orgânicos apresentam como vantagem a possibilidade de aumentar o teor de matéria orgânica (LIN *et al.*, 2019).

A adubação orgânica, além de fornecer nutrientes às plantas, proporciona melhorias da estrutura física do solo (LIN *et al.*, 2019), aumenta infiltração de água (ADEYEMO; AKINGBOLA; OJENIYI, 2019), diminui o processo a erosão do solo (SEITZ *et al.*, 2018), aumenta a atividade biológica e melhoraram a produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção (ZHAO *et al.*, 2016). A adubação orgânica também promove a redução da densidade global, o aumento da porosidade total e tamanho médio dos agregados (SANTANA *et al.*, 2018), (BENASSI, 2019; BARBOSA *et al.*, 2019; MESQUITA *et al.*, 2017; RIBEIRO *et al.*, 2019).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da época de dessecação da pastagem e da aplicação de esterco de aviário nas características físicas do solo e a consequência na produtividade da soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução do experimento

O experimento foi conduzido na região Oeste do Estado de São Paulo (22°17'27" e 51°40'51", 385 m) por duas safras agrícolas (2016/2017 e 2017/2018). Na safra 2016/2107 a área do experimento foi ocupada durante 5 anos com pastagem da espécie *Urochloa brizantha* (cv Marandu). A área da safra 2017/2018 foi ocupada por mais de 6 anos com pastagem. Nesta área havia mistura de espécies capim e presença de invasoras, e nível de degradação da pastagem

estava mais avançado em relação à safra anterior. Os dados de fertilidade de ambas as áreas estão contidos na tabela 1. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico (SANTOS, 2013) de textura arenosa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física das áreas experimentais antes da dessecação na camada 0-20.

Características do solo	Safra 2016/2017	Safra 2017/2018
Química do solo		
M.O., g dm ⁻³	13	12
pH	4,6	5
P _{resina} , mg dm ⁻³	12,8	4,8
K, mmol _c dm ⁻³	0,7	0,5
Ca, mmol _c dm ⁻³	5,3	6,2
Mg, mmol _c dm ⁻³	4,9	3,7
Textura do solo		
Areia, %	85,6	84,9
Silte, %	2,4	2,5
Argila < %, %	12,0	12,6

As condições climáticas durante as duas safras estão presentes na Figura

1 e 2.

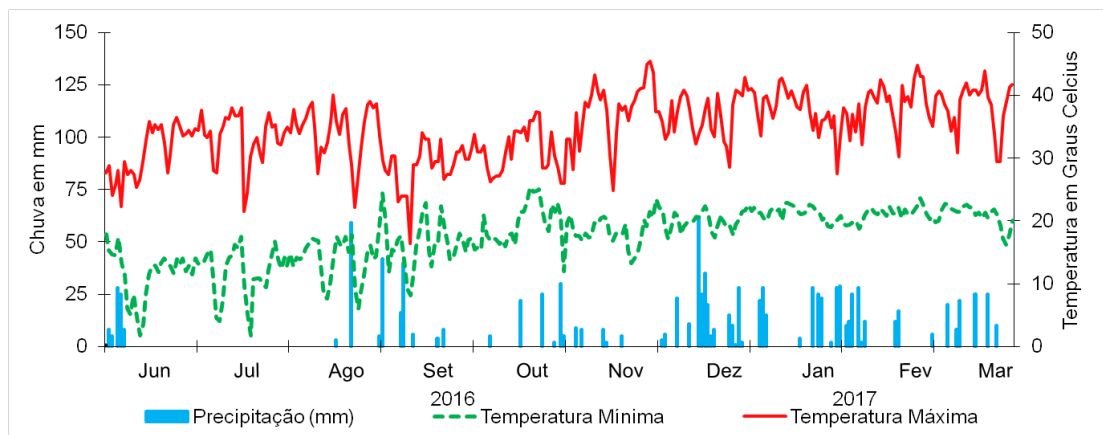


Figura 1 - Variáveis climáticas durante a safra agrícola 2016/2017.

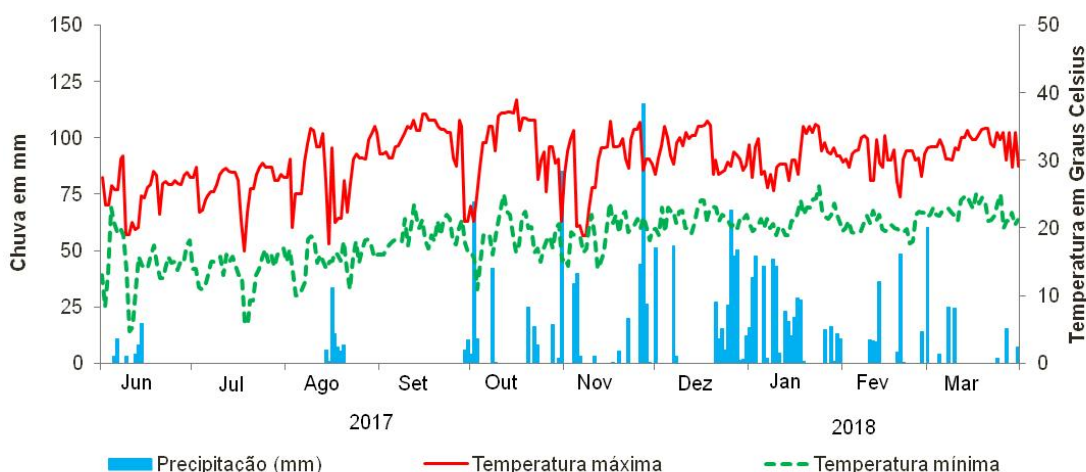


Figura 2 - Variáveis climáticas durante a safra agrícola 2017/2018.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. As parcelas com dimensões de 7 x 20 m foram constituídas por cinco épocas de dessecação da forrageira. Na safra 2016/2017 as épocas de dessecação foram 180, 150, 120, 90 e 60 dias antes da semeadura da soja (DAS) e na safra 2017/2018 foram 160, 130, 100, 70 e 40 DAS. O maior tempo de dessecação e a semeadura da soja na safra 2016/2017 foi em decorrência do atraso das chuvas na época de implantação da cultura da soja. As sub-parcelas com dimensões de 7 x 10 m foram compostas de ausência de aplicação de esterco de aviário e aplicação de 2.000 kg ha⁻¹.

A pastagem da área experimental era *Urochloa brizantha* com cinco anos de implantação. A correção do solo foi realizada no dia 15/05/2016 com aplicação superficial de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1 t ha⁻¹ de gesso agrícola (VAN RAIJ *et al.*, [s.d.]).

As datas de dessecação e determinação da matéria seca remanescente antes da semeadura da soja estão contidas na Tabela 2. A pastagem foi dessecada com 2.000 g de glyphosato com um volume final de calda de 250 L ha⁻¹. Aos 15 dias após cada época de dessecação era realizada a aplicação de cama de aviário na dose de 2 t ha⁻¹ em uma das subparcelas.

A semeadura da soja na safra 2016/2017 foi realizada no dia 10/12/2016. A cultivar utilizada foi realizada TMG 7060 IPRO (grupo de maturação relativa: 6.0). Na safra 2017/2018, a cultivar Agroeste 3730 (grupo de maturação relativa: 7.3) foi

implantada no dia 27/12/2016. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m, com a distribuição de 16 sementes por metro linear.

A adubação de semeadura foi realizada com 300 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK 04-30-10, correspondentes a 12 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura foi realizada com 50 kg ha⁻¹ de K₂O em. A fonte utilizada foi o cloreto de potássio.

As sementes de soja de ambas as safras foram previamente tratadas com o fungicida comercial Vitavax + Thiram 200 SC e Co-Mo (150 ml e 100 ml do produto comercial a cada 50 kg de sementes, respectivamente). A inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium* foi realizada no sulco de semeadura com oito doses de 100 ml por ha⁻¹ de inoculante (5 bilhões de bactérias/g ou ml).

Tabela 2. Épocas de dessecação da pastagem e da semeadura da soja e matéria seca remanescente da pastagem no momento da implantação da soja.

Época de dessecação - Safra 2016/17			Época de dessecação - Safra 2017/18		
DAS ¹	Data	MS (t ha ⁻¹) ²	DAS ¹	Data	MS (t ha ⁻¹) ²
180	10/06/2016	3,9	160	19/07/2017	3,3
150	09/07/2016	5,8	130	18/08/2017	4,6
120	10/08/2016	7,2	100	18/09/2017	5,9
90	10/09/2016	7,8	70	18/10/2017	6,8
60	10/10/2016	9,3	40	17/11/2017	7,9
Semeadura da soja - 10/12/2016			Semeadura da soja - 27/12/2017		
Colheita da soja - 28/03/2017			Colheita da soja - 30/03/2018		

1-Dias de dessecação antes da semeadura da soja; 2 - Matéria seca da pastagem no momento da semeadura da soja.

2.2 Avaliações

As avaliações de densidade do solo (DS), resistência do solo à penetração (RP), diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP), diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) e índice de estabilidade de agregados (IEA), foram realizadas na fase R4 da cultura da soja. As coletas da palhada remanescente da pastagem para determinação da matéria seca foram realizadas durante o ciclo da soja na

floração (R1) e na colheita (R9). A colheita da soja na safra 2016/2017 foi realizada aos 105 dias após a emergência e na safra 2017/2018 aos 95 dias.

A avaliação de densidade do solo foi realizada em amostras indeformadas retiradas das paredes de trincheiras, na profundidade 0-10 e 10-20 cm. As amostras de solo foram retiradas no centro das camadas com auxílio de anéis volumétricos (DONAGEMA *et al.*, 2011). As amostras foram secas a 105° C por 24 horas em estufa de aeração forçada para obtenção de massa de solo seco. A densidade aparente foi obtida pelo quociente da massa das amostras secas e o volume do anel volumétrico.

As avaliações do diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados do solo foram realizadas por meio de agitação via seca (DONAGEMA *et al.*, 2011). A determinação foi realizada em monólitos de aproximadamente 10 cm de altura, 10 cm de largura e 10 cm comprimento. Os monólitos foram retirados das trincheiras nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm. Após a coleta foi realizado o destorroamento manual, respeitando os pontos de fratura do solo. O material destorroado foi pré-selecionado e 100g desse material foi submetido a um jogo de tamis com rotação de 10 rpm durante 20 minutos. Após a agitação, o material de cada peneira foi coletado e pesado. A partir dos valores de massa, e conhecendo-se os teores de umidade das amostras originais do solo foi calculado o DMP (CASTRO FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998a).

As avaliações da estabilidade de agregados com agitação via seca (DONAGEMA *et al.*, 2011), foram realizadas no estágio R4 da soja, para isso, monólitos de aproximadamente 10 cm de altura, 10 cm de largura e 10 cm comprimento foram retirados das trincheiras nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, com auxílio de uma espátula. Os agregados foram pré-selecionadas, fazendo-se o destorroamento manual dos monólitos, respeitando os pontos de fratura do solo. O material destorroado foi colocado sobre uma peneira com malha de 4 mm, tendo logo abaixo uma peneira com malha de 2 mm. Foram utilizados 100 gramas de solo que passou pela peneira de 4 mm e ficou retido na de 2 mm, que foi colocado sobre um jogo de peneiras sobrepostas com malhas de 2, 1, 0,5, 0,125 e fundo. As peneiras foram submetidas a um agitador de peneiras, modelo Produteste Mod T, marca Granuteste, a 10 rpm por 20 min. Após o período de agitação, o material de cada peneira foi coletado e pesado e a partir dos valores de massa, e conhecendo-se os teores de umidade das amostras originais de solo submetidas ao

tamisação, foi calculado o diâmetro médio geométrico (DMG) e o índice de estabilidade de agregados (IEA), conforme (CASTRO FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998b), utilizando as equações 1, 2 respectivamente.

Equação 1 - DMG

$$DMG = \exp\left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \ln \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n w_i}\right]$$

Legenda: DMG = Diâmetro médio geométrico (mm); \bar{x}_i = diâmetro médio das classes de tamanho de agregados (mm); w_i = massa das classes de tamanho de agregados após a secagem (g)

Equação 2 - IEA

$$IEA = \frac{w_s - w_{<0,25}}{w_s} \cdot 100$$

Legenda: IEA = Índice de estabilidade de agregados (%); w_s = massa da amostra original de solo após a secagem (g); $w_{<0,25}$ = massa de agregados menores que 0.25 mm (g)

A massa de matéria seca de forragem foi estimada em quatro pontos em cada parcela usando-se um quadro de 0,45 x 0,45m. Foi coletado todo o resíduo da pastagem contido na área de 0,20m². O material coletado foi seco em estufa de aeração forçada a 65°C até atingir massa constante. Após secos o material vegetal foi pesado e o resultado foi convertido em Mg ha⁻¹. A produtividade da soja foi realizada coletando-se 2 m lineares de quatro linhas. A massa obtida foi convertida para Mg ha⁻¹, com correção do teor de umidade nos grãos para 13%.

A análise dos dados foi realizada com os softwares estatísticos SISVAR e R, utilizando nível de significância de 5% (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS

Para a densidade do solo na camada 0-10 cm foi ajustada a função linear decrescente, ou seja, os valores de densidade diminuíram com o aumento do tempo entre a dessecação e a semeadura da soja (Figura 3). Os dados da figura se refere as médias das duas subparcelas, considerando que não houve efeito da aplicação da cama de aviário. Na safra 2016/2017, o valor da densidade na fase R4 da soja decresceu de 1,7 para 1,3 g cm⁻³, considerando as épocas de dessecação 180 e 60

dias antes da semeadura da soja (DASS). Na safra 2017/2018, a densidade reduziu de 1,8 para 1,4 g cm⁻³, considerando as épocas 160 e 40 DASS.

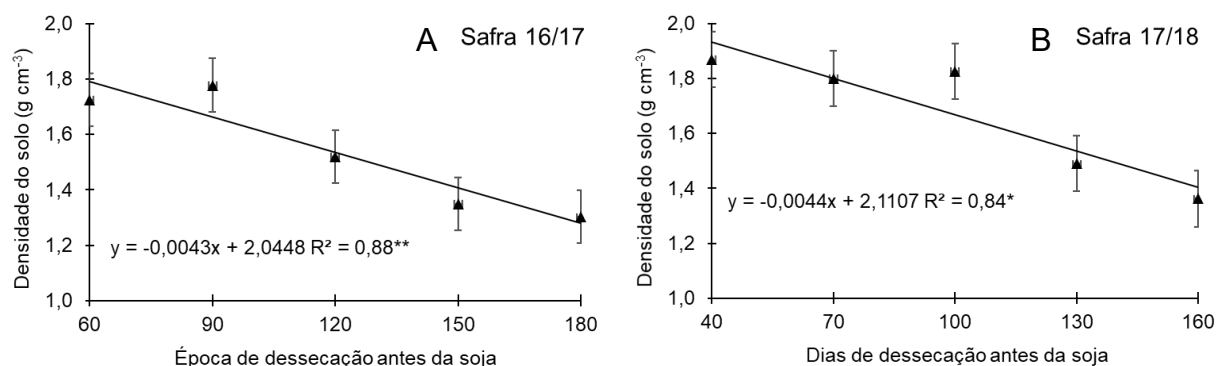
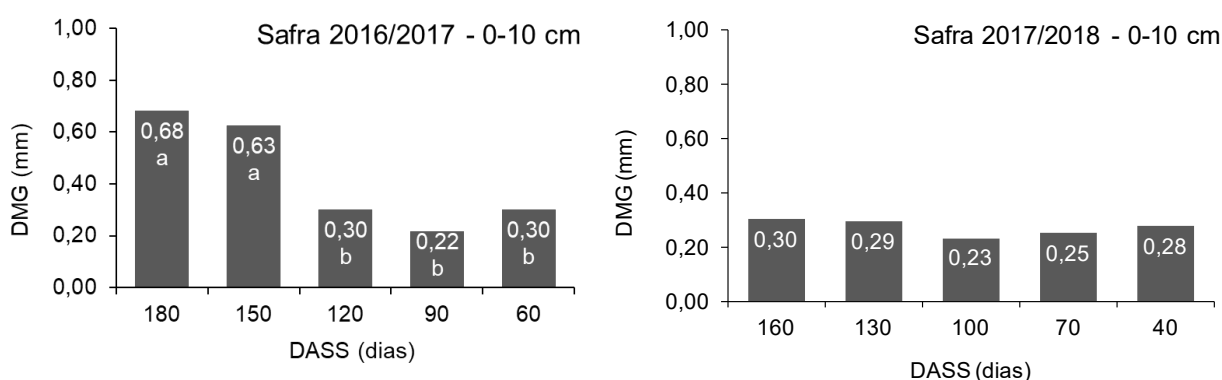


Figura 3. Densidade do solo (média com e sem cama de aviário) na profundidade 10-20 cm em função das épocas de dessecação nas safras 2016/2017 (A) e safra 2017/2018 (B).

O diâmetro médio geométrico dos agregados (DMG) foi alterado pelas épocas de dessecação apenas na safra 2016/2017. O maior DMG foi observado aos 150 e 180 DASS, tanto na camada 0-10, quanto na camada 10-20 cm de profundidade de coleta. Na safra 2017/2018 não houve efeito dos tratamentos aplicados e o DMG foi inferior à primeira safra de condução do experimento (Figura 5).



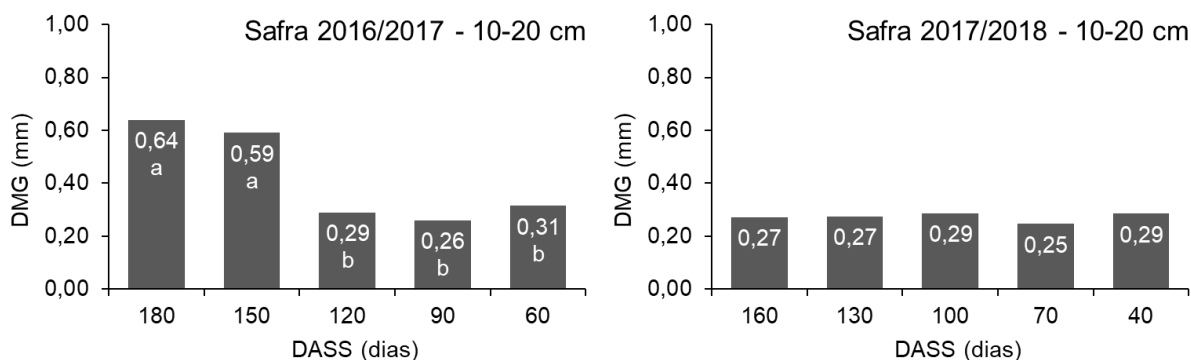


Figura 5. Diâmetro médio geométrico dos agregados em função das épocas de dessecação e aplicação de cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18. Letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

O diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP) foi influenciado pelas épocas de dessecação nas duas safras avaliadas. Os maiores valores foram observados na safra 2016/2017 com média de 0,74 mm, enquanto, que na safra 2017/2018 a média foi 0,41 mm. Nas duas camadas de solo avaliadas (0-10 e 10-20 cm) houve influência das épocas de dessecação e os dados ajustados à equação linear (Figura 6). O maior tempo entre a dessecação e a semeadura da soja proporcionou agregados de maior diâmetro. Os dois tempos mais distantes entre a dessecação e a semeadura da soja proporcionaram os maiores valores de DMP e diferiram dos demais em todas as situações. A aplicação de esterco na forrageira dessecada não interferiu no resultado de DMP para nenhuma das safras avaliadas.

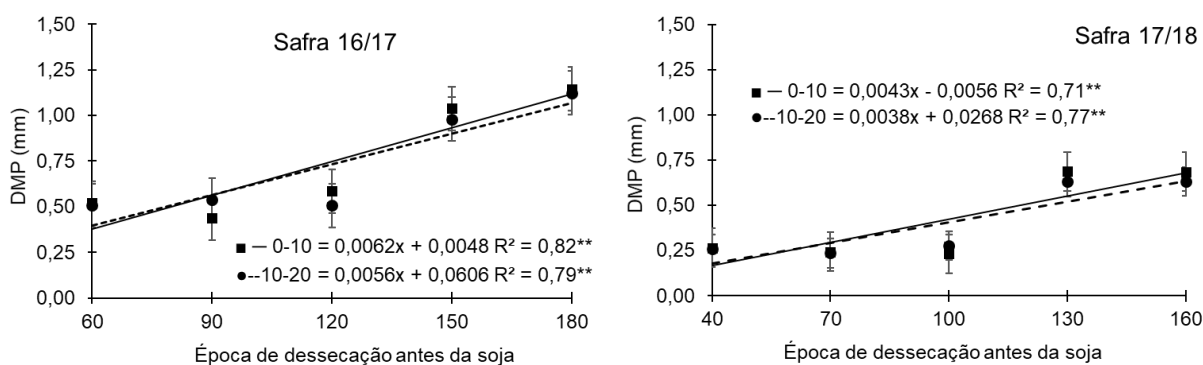


Figura 6. Diâmetro médio ponderado-DMP (médias com e sem cama de aviário) nas profundidades 0-10 e 10-20 cm em função das épocas de dessecação nas safras 16/17 e safra 17/18.

O índice de estabilidade de agregados (IEA) não foi alterado pelos tratamentos na safra 2016/2017. Na safra 2017/2018 as épocas de dessecação 130 e 160 DASS ocasionaram redução nos valores do IEA. Este efeito foi observado, tanto na camada 0-10 cm, quanto na camada 10-20 cm de profundidade. Não houve efeito da aplicação de cama de aviário em nenhuma das safras avaliadas (Figura 7).

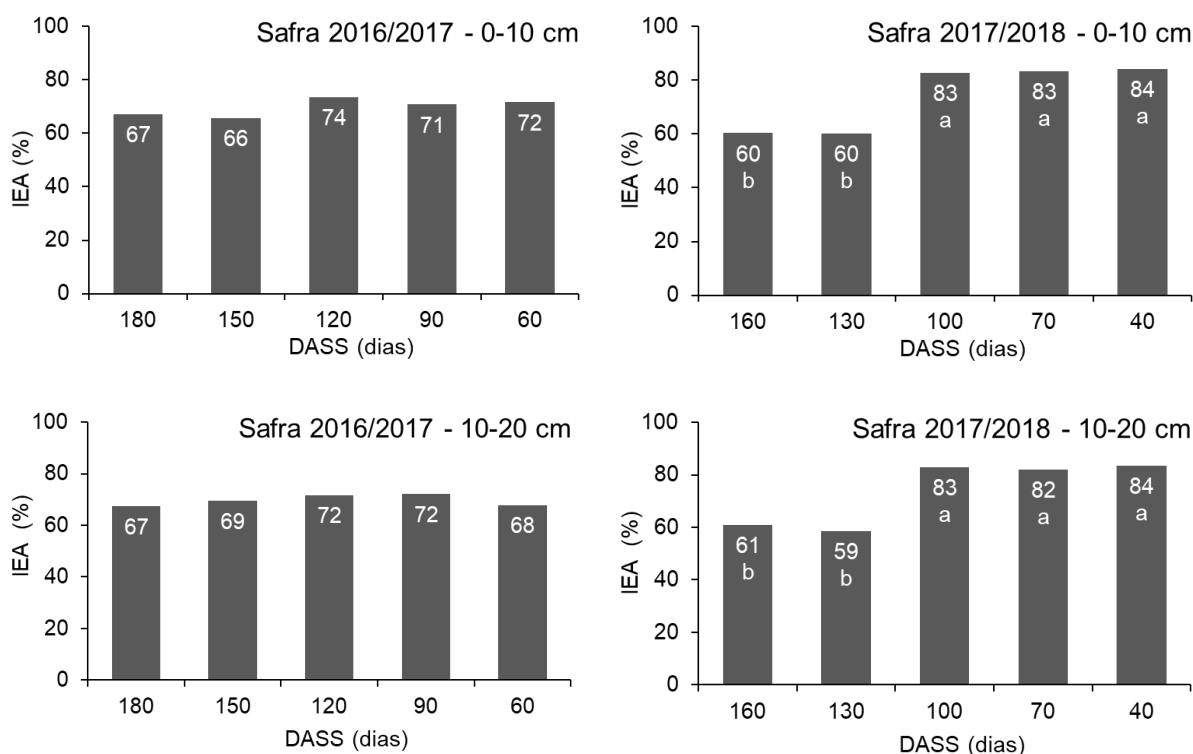


Figura 7. Índice de estabilidade de agregados em função das épocas de dessecação e aplicação de cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18. Letras iguais não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

A massa de matéria seca de forragem da dessecação até a colheita foi influenciada pelas épocas de dessecação. Todos os dados foram ajustados à função linear decrescente com o aumento do intervalo de dessecação e a semeadura da soja (Figura 9). Na safra 2016/2017 a matéria seca inicial na dessecação sofreu redução média de 54% em relação ao valor remanescente encontrado na colheita da soja. Na safra 2016/2017 a matéria seca remanescente sofreu redução média de 161% em relação aos valores iniciais.

A pastagem dessecada com maior antecedência sofreu as maiores perdas de matéria seca durante todo o período de avaliação (dessecação à colheita da soja). Na safra 2016/2017 o tratamento 180 DASS teve redução de 63,7% em

relação aos valores encontrados no momento da dessecação. Na safra 2016/2017, as perdas de matéria seca dos tratamentos 130 e 160 DASS foram superiores a 230% em relação aos valores iniciais. Na prática, a perda média de matéria seca foi de 3,0 Mg ha⁻¹ na safra 2016/2107 e 4,0 Mg ha⁻¹ para a safra 2017/2018, considerando o período da dessecação até a colheita.

No entanto, quando considerado as perdas diárias de massa de matéria seca os tratamentos que tiveram a dessecação mais próxima da semeadura da soja superaram os demais (Figura 8). As perdas diárias de matéria seca foram inversamente maiores ao tempo de dessecação. Na safra 2016/2107, os valores foram 9,1 kg dia⁻¹ para o tratamento 180 DASS e 16,3 para o tratamento 60 DASS. Na safra 2017/2018, os valores foram 12,2 kg dia⁻¹ para o tratamento 160 DASS e 25,0 para o tratamento 40 DASS.

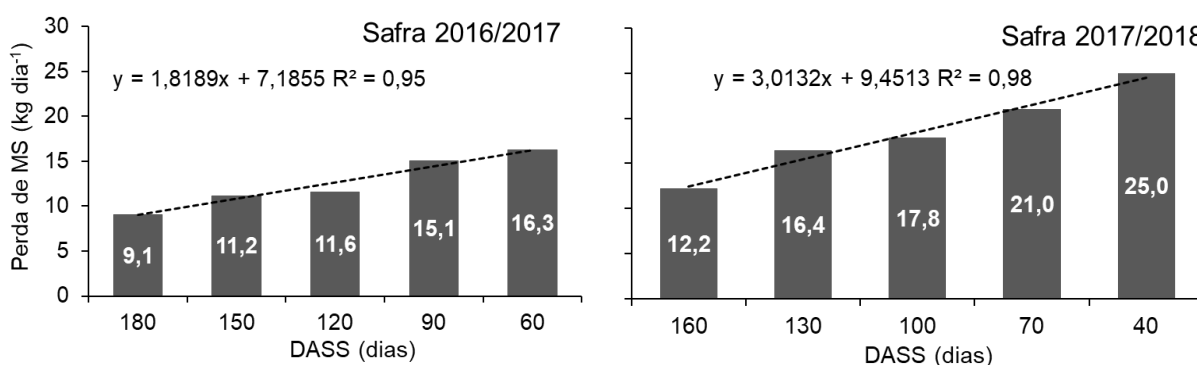
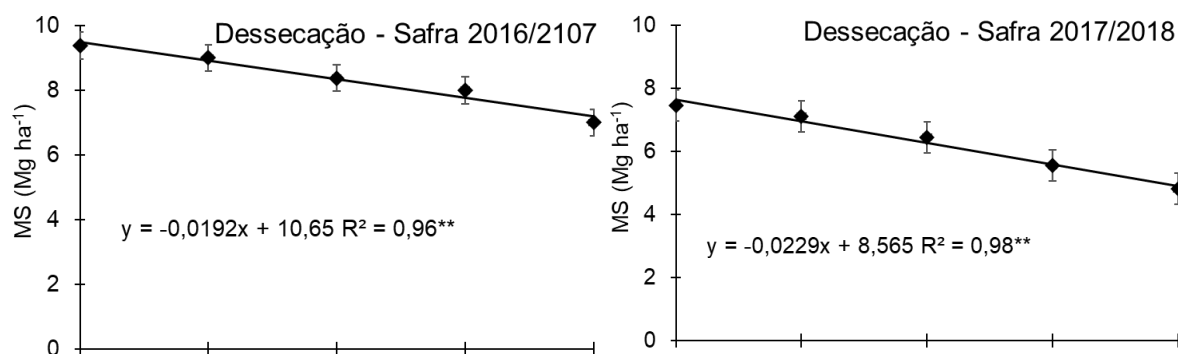


Figura 8. Matéria remanescente da dessecação até a colheita da soja em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.



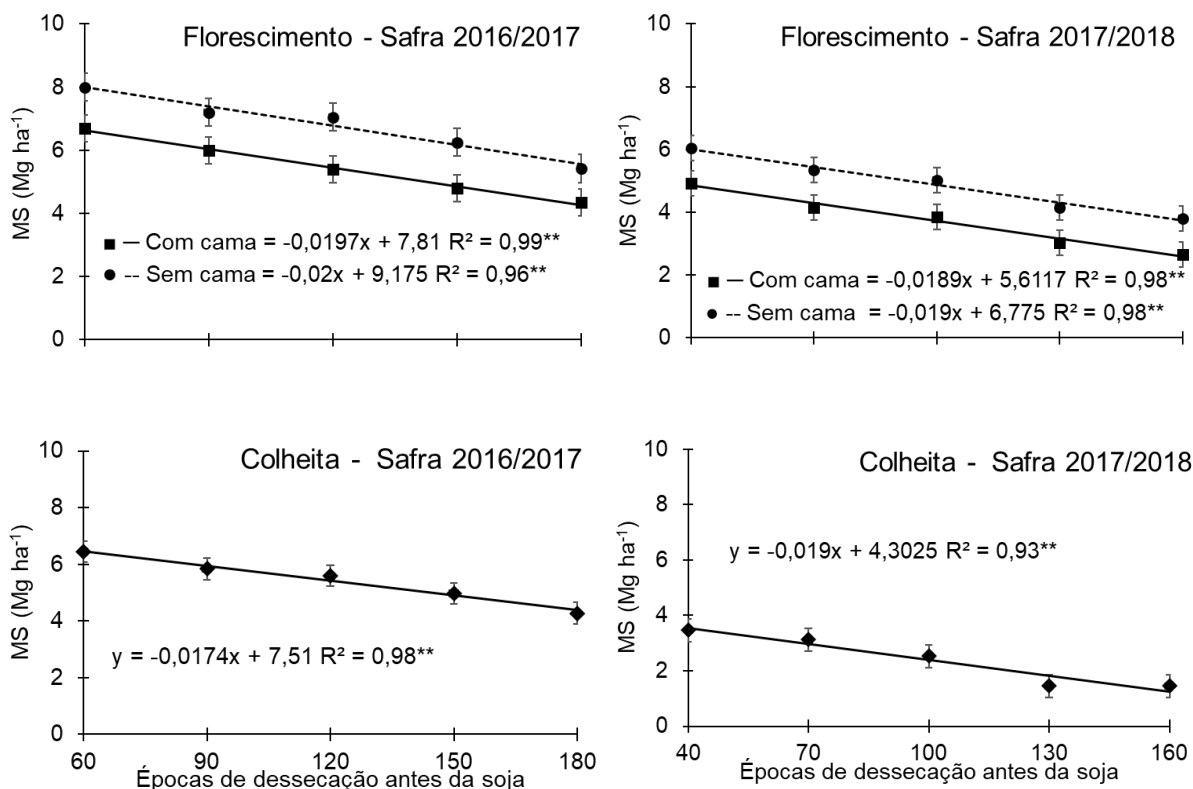


Figura 9. Matéria remanescente da dessecação até a colheita da soja em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

A produtividade da soja na safra 2016/2017 foi influenciada pela aplicação de esterco. Os maiores valores foram observados nas parcelas que não houve a aplicação de esterco. As épocas de dessecação não afetaram a produtividade. Na safra 2017/2018, a aplicação de esterco não influenciou os resultados de produtividade. A produtividade nessa safra foi mais alta em parcelas em que a dessecação da forrageira pelo menos 100 DASS (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade da soja na safra 2016/2017 e safra 2017/2018 em função da época de dessecação da forrageira e aplicação de cama de aviário.

	Safra 16/17	Safra 17/18
Mg ha ⁻¹	
Com Esterco	2916,6 b	672,9
Sem Esterco	3838,0 a	769,4
180 DASS/160 DASS	3661,2	832,0 a
150 DASS/130 DASS	3121,9	927,7 a
120 DASS/100 DASS	2939,1	749,5 ab
90 DASS/70 DASS	3665,0	555,8 b
60 DASS/40 DASS	3499,1	540,8 b

DASS = Dias antes da Semeadura; letras iguais na coluna não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey.

4 DISCUSSÃO

Valores de D_s considerados críticos ao desenvolvimento de culturas comerciais para solos com horizontes com textura arenosa, com menos de 200 g kg^{-1} de argila, são da ordem de $1,65 \text{ Mg m}^{-3}$ (SECCO *et al.*, 2009). Nesse estudo, foram verificados teores de argila igual ou inferiores a 160 g kg^{-1} (Tabela 1) e os valores de D_s encontrados que indicam não haver restrição ao desenvolvimento do sistema radicular na camada de 10-20 cm de profundidade, foram os tratamentos em que a dessecação ocorreu pelo menos 100 DAS (Figura 3) e demonstram que existem benefícios da decomposição das raízes da forrageira na D_s , é possível detectar melhoria nessa variável durante a fase R4 de desenvolvimento da soja quando a dessecação da forrageira antecessora foi antecipada em relação ao plantio da soja. Segundo estudos de (LOSS *et al.*, 2009), o aporte de matéria orgânica ao solo reflete em diminuição da D_s . Isso explica a redução dos valores de D_s em parcelas em que a decomposição da forrageira já está em etapa avançada desse processo.

As menores densidades do solo nas áreas com menos matéria seca podem ser reflexo do efeito dos ciclos de umedecimento e secamento, que resultam do processo mais intenso de evaporação devido à demanda atmosférica e também da maior absorção de água pelas raízes das plantas (CALONEGO *et al.*, 2017).

Embora o intervalo entre a dessecação da forrageira e o plantio da soja tenha causado benefícios à D_s , isso não foi observado nos índices de resistência do solo à penetração (Figura 4). As parcelas desseçadas 60 ou mais de 120 DASS apresentaram resultados que poderiam ter limitado a produção radicular da soja na safra 16/17 (Figura 4) e posteriormente a produtividade dos grãos nessa safra. Porém, áreas com maior formação radicular pode causar pressões ao solo próximo às raízes, o que pode oferecer maior resistência do solo à penetração (REINERT *et al.*, 2008), como o que parece ter ocorrido na safra 16/17, quando, embora os níveis de RP estejam altos, a produtividade da safra foi maior, demonstrando que havia mais raízes comparado à safra 17/18.

O cultivo de plantas forrageiras pode melhorar a qualidade do solo fazendo com que as raízes das plantas cresçam em camadas com altos índices de resistência à penetração (CALONEGO *et al.*, 2017).

Os tratamentos em que a forrageira foi desseçada pelo menos mais antecipadamente com relação ao plantio da soja na safra 16/17, além de terem

apresentado melhoria na Ds (Figura 3), também tiveram maiores resultados de DMG (Figura 5), demonstrando que o maior tempo entre a dessecação da forrageira e o plantio da soja beneficia a formação de mais agregados da classe de maior tamanho. Porém, Segundo (DONAGEMMA *et al.*, 2016) estudando solos com diferentes texturas, observou que em solos com textura mais arenosa, ocorre a formação de poros de maior tamanho quando comparados com solos com textura mais fina, o que facilita o acesso dos microrganismos e a decomposição mais acelerada da MOS, o que em última instância desfavorece a agregação do solo, já que nesses solos a MOS tem papel de destaque na agregação das partículas. A aplicação de esterco parece ter efeito mais acentuado em condições de maiores quantidades de matéria seca residual da forrageira dessecada, como encontrado na safra 16/17 (Tabela 2), como constatado por (MELLONI; MELLONI; VIEIRA, 2013) que observou que a quantidade de palhada na superfície interfere na formação de agregados. Isso explica porque a aplicação de esterco não influenciou os resultados de DMG na safra 17/18 (Figura 5).

Na safra 16/17 os maiores valores de DMG, ou seja, maior quantidade de agregados na maior classe de tamanho, foram encontrados nas parcelas dessecadas com maior intervalo entre a dessecação da forrageira e a semeadura da soja (Figura 5), porém, esses tratamentos não apresentaram maiores produtividades da soja (Tabela 3), Provavelmente porque agregados maiores apresentam também maiores valores de microporosidade e menores valores de macroporosidade, o que pode ser considerado uma característica ruim para o solo pois pode apresentar menor capacidade de aeração às raízes (CALONEGO *et al.*, 2017).

Os tratamentos em que a dessecação da forrageira e por consequência, a aplicação de esterco, ocorreram em um espaço de tempo mais curto entre a aplicação e a avaliação de DMP, apresentaram menores valores de DMP, isso se deve, provavelmente, a lenta ação microbiana que a presença de pouco material residual da palhada sobre o solo promove, fazendo com que os processos microbiológicos de degradação de raízes e formação de poros necessite de mais tempo para ocorrer.

As parcelas dessecadas com mais tempo entre a dessecação e a semeadura da soja apresentaram menores perdas diárias de matéria seca de forragem (Figura 7) e maiores valores de DMP (Figura 6), (MELLONI; MELLONI; VIEIRA, 2013) constataram haver correlação linear positiva ($\rho < 0,6$) entre o DMP e

matéria orgânica do solo, e citaram que este resultado indica que o aporte de material orgânico na superfície do solo por meio do sistema de semeadura direta, associado ao desenvolvimento do sistema radicular das diferentes culturas de cobertura pode ter contribuído para a elevação no diâmetro dos agregados.

Os tratamentos com IEA mais alto na safra 17/18 foram os que a dessecação da forrageira ocorreu mais próximo à data da semeadura da soja, até 100 DASS (Figura 7), mas esses tratamentos não foram os que resultaram em maior produtividade da soja (Tabela 3). A produtividade da soja foi afetada negativamente pela aplicação de esterco na safra 16/17 (Tabela 3). Nessa safra, houve um déficit hídrico na fase de emergências das plântulas de soja (Figura 1). Após esse período, no estágio de florescimento da soja, as parcelas com aplicação de esterco apresentaram menores valores de matéria seca de forragem (Figura 9) e consequentemente menor manutenção da umidade do solo (SILVA *et al.*, 2017). A fase de floração das plantas é, juntamente com a emergência e o enchimento de grãos, uma das fases mais sensíveis ao déficit hídrico na produtividade da soja (GAVA *et al.*, 2016), o que pode corroborar o resultado de produtividade do presente estudo (Tabela 3). A safra 16/17 não foi influenciada pela época de dessecação da forrageira provavelmente porque a quantidade de forragem era superior à encontrada na safra 17/18 (Figura 9), e no estágio de floração da soja, por exemplo, mesmo áreas dessecadas 180 DAS apresentavam matéria seca de forragem remanescente superiores às encontradas em parcelas dessecadas somente 40 DAS na safra 17/18 (Figura 9). Isso demonstra que a quantidade de matéria seca remanescente é mais importante para a produtividade da soja do que propriamente a época de dessecação da forrageira. Em áreas em que havia pelo menos 8 Mg ha^{-1} de matéria seca remanescente no momento da dessecação da forrageira (Figura 9), a produtividade não foi influenciada pela época de dessecação da forrageira (Tabela 3).

Em áreas com baixa quantidade de matéria seca de forragem, como na safra 17/18, a época de dessecação superior a 100 DASS apresenta maiores produtividades da soja, enquanto que a aplicação de esterco não influencia os resultados (Figura 7).

A massa seca de forragem no momento da dessecação não foi influenciada pela aplicação do esterco, mas foi influenciado pela época de dessecação, como já era esperado, já que o esterco foi aplicado após a dessecação, e a época de

dessecação influenciou a massa seca de forragem nesse período, pois as dessecações mais próximas ao plantio da soja proporcionaram à pastagem mais tempo para se desenvolver e produzir massa seca do que as desseccadas antecipadamente (Tabela 5).

A aplicação de esterco acelerou o processo de degradação da palhada, por acelerar os processos microbiológicos do solo em função do incremento de um produto rico em microorganismos (WU *et al.*, 2019), dessa forma, durante o estágio de florescimento da soja, observou-se que áreas com aplicação de esterco apresentavam quantidade de palhada remanescente significativamente menores que os tratamentos sem a aplicação do esterco, tanto na safra 16/17 quanto na safra 17/18 (Figura 9).

5 CONCLUSÕES

A antecipação da dessecação da forrageira faz com que a semeadura da soja ocorra em uma condição de menor DS, mas isso não influencia na produtividade do primeiro ano de soja. A aplicação de esterco na pastagem dessecada aumenta a produtividade da soja em anos de melhores condições de precipitação.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, A. J.; AKINGBOLA, O. O.; OJENIYI, S. O. Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 73–80, 1 dez. 2019.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. 2001a.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. 2001b.
- AMADO, T. J. C. *et al.* Potential of cover crops to sequester carbon and increase soil nitrogen content, under no-tillage system, improving environmental quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 189–197, mar. 2001.
- ARAÚJO, R. M. Uso de resíduos na agricultura familiar de base ecológica: efeitos na qualidade do solo e no desempenho agrônômico do feijoeiro. 6 abr. 2018.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925–1933, set. 2009.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592–598, ago. 2017.
- BARBIERI, R. S. **Recuperação de uma pastagem degradada e variação de atributos do solo**: um estudo geoestatístico e econômico. 22 jan. 2020.
- BARBOSA, J. L. *et al.* Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 201–210, mar. 2019.
- BENASSI, C. **Qualidade de um latossolo manejado com plantio direto sob rotações após três anos**. 29 abr. 2019.
- BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208–218, 4 dez. 2019.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, 4 out. 2012.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v. 85, p. 31–37, 1 abr. 2017.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Soil aggregate stability and its relation with organic carbon in a typic haplorthox, as a function of tillage systems, crop rotations and soil sample preparation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998a.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998b.

CIAMPITTI, I. A.; SALVAGIOTTI, F. New Insights into Soybean Biological Nitrogen Fixation. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1185–1196, 2018.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1180–1186, jul. 2012.

DONAGEMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 2011.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003–1020, set. 2016.

DOURADO, L. R. *et al.* Produtividade de alface em diferentes doses de biofertilizante e esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 15 maio 2016.

FERREIRA, A. C. B. *et al.* **Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro**. 2016.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5SPE, p. 999–1005, 2014.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1131–1138, dez. 2015.

FREITAS, R. H. **Uso da cama de frango aplicada na forma parcelada em adubação de cobertura no cultivo de milho verde irrigado por gotejamento**. 26 set. 2019.

GALANTINI, J. A.; SUÑER, L. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. **AgriScientia**, v. 25, n. 1, 2008.

GAVA, R. *et al.* O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 9, n. 6, p. 349–359, 22 dez. 2015. - DOI: 10.7127/rbai.v9n600368.

GAVA, R. *et al.* Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja / strategies of deficit water management in irrigation of soybean crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 305–315, 29 set. 2016.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. Carbon stock in soil and aggregates in Ultisol under different management of long duration. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1055–1061, out. 2012.

HUNGRIA, L. C. **Indicadores biológicos de qualidade do solo em uma cronossequência sob sistema plantio direto na Amazônia Oriental.** 2018.

JORIS, H. A. W. *et al.* Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 162, p. 68–77, 1 set. 2016.

JUNIOR, A. A. B.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Altura de manejo da pastagem, época de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e adubação nitrogenada na cultura da soja em sistema integração lavoura-pecuária. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 124–133, 15 ago. 2016.

JÚNIOR, F. R. F. *et al.* Sistemas de manejo e parâmetros da matéria orgânica de um solo do cerrado baiano, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 298–312, 31 jul. 2019.

KUNDE, R. J. *et al.* Frações físicas da matéria orgânica em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1520–1528, set. 2016.

LIMA, C. L. R. *et al.* Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1166–1169, ago. 2007.

LIMA, P. G. *et al.* Análise da gestão de resíduos sólidos gerados por galinhas poedeiras em uma granja familiar / analysis of solid waste management generated by laying hens on a family farm. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 403–415, 27 dez. 2016.

LIN, Y. *et al.* Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 134, p. 187–196, 1 jul. 2019.

LOSS, A. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 68–75, jan. 2009.

LUANDA, T. F.; EDEMAR, M.; WELLINGTON, E. X. G. Soybean yield of degraded pasture after reimplantation with and without phosphating. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 32, p. 2566–2573, 10 ago. 2017.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, p. 424–537, 8 dez. 2016.

MARÍN, O. L. Z. **Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camadas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais.** 15 mar. 2011.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1678–1688, dez. 2013.

MESQUITA, E. F. *et al.* Fitomassa e eficiência do uso da água da mamoneira brs gabriela irrigada sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1458–1467, 14 jun. 2017.

MITTON, R. V. *et al.* Fracionamento físico da matéria orgânica de um latossolo vermelho distrófico típico pelo método de sonicação. **Scientia agraria**, v. 18, n. 2, p. 22–29, 2017.

MORAES, J. L. **Fracionamento químico da matéria orgânica de solos sob diferentes sistemas de manejo**. 2018.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 187–192, fev. 2012.

NEPOMUCENO, M. P. *et al.* Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557–565, set. 2012.

NETO, A. B. B. *et al.* Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 147–164, 19 nov. 2018.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Morphological, biochemical, and molecular characterization of *Meloidogyne* spp. populations from Brazilian soybean production regions. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017.

PASSOS, A. M. A. *et al.* Pó de carvão, esterco de curral e cama de frango no cultivo da soja e atributos químicos de um Cambissolo distrófico - DOI:10.5039/agraria.v10i3a4546. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 10, n. 3, p. 382–388, 11 mar. 2016.

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 5, 2012.

PINTO, L.; DIAS GOMES, E.; SPÓSITO, T. Uso de esterco bovino e de aves na adubação orgânica da alface como prática agroecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. Especial, p. 75–81, 20 dez. 2016.

PIZZATTO, I. F. **Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração**. 24 fev. 2017.

RAMOS, F. T. *et al.* Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 9, p. 3595–3602, 2018.

RAUBER, M. J. **Estimativa da retenção e disponibilidade de água para os solos do Rio Grande do Sul**. 3 dez. 2019.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais**: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. p. 86, 2007.

REINERT, D. J. *et al.* Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1805–1816, out. 2008.

REIS, D. A. *et al.* Grau de dispersão, biomassa microbiana e carbono orgânico de um latossolo cultivado com soja sob plantio convencional e direto no cerrado (savana) do oeste da Bahia, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 363–375, 20 jun. 2019.

RIBEIRO, D. O. *et al.* Atributos físicos e fertilidade de um latossolo submetido a aplicações sucessivas de cama de peru em pastejo rotacionado. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 5, p. 11–23, 3 out. 2019.

RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011a.

RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011b.

ROCCA JARA, Q. *et al.* Compostos de esterco de galinha e de ovino melhoram a produtividade de plantas de cafeeiro sob um sistema de produção orgânica. **Arnaldoa**, v. 26, n. 2, p. 735–750, maio 2019.

RODRIGUES, G. A. *et al.* Oscilações da temperatura do solo em função de quantidades de palha e horários ao longo do dia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 293–304, 30 jun. 2018.

ROSOLEM, C. A. [UNESP *et al.* Nitrogen immobilization by Congo grass roots impairs cotton initial growth. **Journal of Agricultural Science**, p. 126–136, 2012.

SALOMÃO, P. E. A. *et al.* A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 82, 2020.

SANTANA, J. *et al.* Caracterização física e química de solo em sistemas de manejo plantio direto e convencional. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 22–42, 20 jun. 2018.

SANTOS, H. G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SANTOS, J. B. *et al.* Época de dessecação anterior à semeadura sobre o desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 869–875, dez. 2007.

SECCO, D. *et al.* Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 58–64, fev. 2009.

SEITZ, S. *et al.* Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 1, p. 4, 18 dez. 2018.

SILVA, G. C. **Produção de berinjela cultivada com cama de frango**. ago. 2019a.

SILVA, N. F. *et al.* Cana-de-açúcar cultivada sob diferentes níveis de palhada. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, 6 abr. 2017.

SILVA, V. R. **Atributos físicos e relações com matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo na região do cerrado**. 13 dez. 2019b.

SOUZA, L. S. *et al.* Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657–668, dez. 2006.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S. Rendimento do feijoeiro influenciado por sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 121–126, 20 mar. 2007.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. *In*: **Methods of soil analysis**. [s.l.] John Wiley & Sons, 1996. p. 1011–1069.

TAMAGNO, S. *et al.* Interplay between nitrogen fertilizer and biological nitrogen fixation in soybean: implications on seed yield and biomass allocation. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 17502, 30 nov. 2018.

TAN, X. *et al.* Differences in the response of soil dehydrogenase activity to Cd contamination are determined by the different substrates used for its determination. **Chemosphere**, v. 169, p. 324–332, fev. 2017.

VAN OS, G. J.; VAN GINKEL, J. H. Suppression of Pythium root rot in bulbous Iris in relation to biomass and activity of the soil microflora. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, n. 11, p. 1447–1454, 1 set. 2001.

VAN RAIJ, B. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. p. 88, [s.d.].

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 213–223, fev. 2011.

WU, L. *et al.* Soil organic matter priming and carbon balance after straw addition is regulated by long-term fertilization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 135, p. 383–391, 1 ago. 2019.

ZHAO, J. *et al.* Effects of organic–inorganic compound fertilizer with reduced chemical fertilizer application on crop yields, soil biological activity and bacterial

community structure in a rice–wheat cropping system. **Applied Soil Ecology**, v. 99, p. 1–12, 1 mar. 2016.

CAPÍTULO 2

DESSECAÇÃO DA PASTAGEM E APLICAÇÃO DE ESTERCO DE AVIÁRIO NOS ATRIBUTOS BIOLÓGICOS DO SOLO E PRODUTIVIDADE DE SOJA

RESUMO

A produtividade do primeiro ano de cultivo da soja pode ser prejudicada pela baixa qualidade biológica do solo, que pode ser influenciada por características, físicas e químicas do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das épocas de dessecação e da aplicação de esterco após a dessecação da pastagem antecessora ao primeiro ano de produção de soja nas características físicas e biológicas do solo e a consequência na produtividade da cultura granífera. O experimento foi realizado em área de pastagem degradada na Fazenda Experimental da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, em Presidente Bernardes-SP. O delineamento experimental utilizado foi em parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por cinco épocas de dessecação da forrageira e as sub-parcelas foram compostas de ausência de aplicação de esterco de aviário e aplicação de 2.000 kg ha⁻¹ de esterco de aviário. Foram avaliados os atributos físicos e biológicos do solo na fase R4 de desenvolvimento da soja, além da nodulação da cultura. As análises dos dados foram feitas nos softwares estatísticos SISVAR utilizando nível de significância de 5%. As épocas de dessecação da pastagem antecessora ao primeiro ano de produção de soja não influenciam nas características físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura granífera. A aplicação de esterco não favorece os atributos biológicos do solo e causa perdas de produtividade da soja.

Palavras-chave: plantio direto; palhada; microbiologia do solo.

Desiccation of pasture and application of poultry manure on biological attributes of soil and soybean productivity

ABSTRACT

The productivity of the first year of soybean cultivation may be affected by the low rate of nodulation, which can be influenced by soil characteristics, physical and biological. The objective of this work was to evaluate the influence of the desiccation times and the application of manure after desiccation of the pasture that preceded the first year of soybean production on the physical and biological characteristics of the soil and the consequence in the production of the grain crop. The experiment was carried out in a degraded pasture area at the Experimental Farm of the Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE, in Presidente Bernardes-SP. The experimental design used was in subdivided plots, with four replications. The plots consisted of five forage desiccation periods and the subplots consisted of no application of poultry manure and application of 2,000 kg ha⁻¹ of poultry manure. The physical and biological attributes of the soil in the R4 stage of soybean development were evaluated, in addition to the nodulation of the crop. Data analysis was performed using SISVAR statistical software using a significance level of 5%. The desiccation times of the pasture that preceded the first year of soybean production did not influence the physical and biological characteristics of the soil and the productivity of the grain crop. The application of manure does not favor the biological attributes of the soil and causes losses in soybean productivity.

Keywords: no-till; straw; soil microbiology.

1 INTRODUÇÃO

Os solos brasileiros são, em sua grande maioria, muito pobres em N, o que justifica estudos visando à inclusão de espécies leguminosas nos sistemas agrícolas a fim de que ocorra a fixação biológica de nitrogênio (FBN) por essas culturas, trazendo benefícios econômicos como a redução nos custos de produção e a redução ou não aplicação de fertilizantes nitrogenados, levando a melhoria nas qualidades ambientais, com menor aporte de nitratos para as águas superficiais e subterrâneas, e à sustentabilidade dos agroecossistemas (PEREIRA; SOARES; PEREIRA, 2012).

A importância de um ambiente radicular adequado está relacionada à provisão de água e oxigênio as raízes, as quais cumprem funções vitais para o desenvolvimento das plantas. Os processos de fotossíntese, transpiração, crescimento da copa e das raízes e respiração, que são simultâneos e mutuamente dependentes, sendo expressos pela relação solo-planta-água e envolvem o fluxo de carbono no sistema (HILLEL, 1998). Do ponto de vista agrônomo, esses aspectos implicam o estudo dos atributos do solo, especialmente das propriedades físicas do solo para a obtenção de altas produtividades nas áreas de lavoura.

Embora a compactação do solo seja prejudicial em níveis altos, o aumento dos poros menores pode permitir maior retenção de água, havendo volume suficiente de macroporos para a aeração (LIMA *et al.*, 2007), com benefícios à produção da soja (REICHERT; REINERT, 2007; SUZUKI; ALVES; SUZUKI, 2007; REINERT *et al.*, 2008).

Os agregados são formados com a participação de partículas minerais, material orgânico, elementos químicos e organismos, e são determinantes na retenção e fluxo de água e ar no solo (HILLEL, 1998). O tamanho, forma e estabilidade em água dos agregados dependem dos agentes formadores e ligantes que atuaram na sua gênese (CASTRO FILHO; MUZILLI; PODANOSCHI, 1998a). Os agregados podem criar condição física desejável para desenvolvimento ótimo da soja, permitindo a livre entrada e circulação de água e ar (HILLEL, 1998).

A absorção de água e nutrientes ocorre via sistema radicular, sendo então importante que as raízes estejam bem distribuídas. Para tanto, é necessário que não haja impedimento mecânico para o crescimento das raízes na camada superficial do

solo. A camada superficial também é a zona mais ativa no solo de lavoura sob SSD, dado o acúmulo preferencial de carbono orgânico nessa camada (HUNGRIA, 2018).

O crescimento do sistema radicular da soja no solo ocorre em macroporos, dado a menor resistência à penetração das raízes e maior provisão de oxigênio às raízes (TORRES; SARAIVA, 1999). Durante os primeiros estádios de crescimento da soja, tanto o déficit quanto o excesso de água são prejudiciais para as plantas, sendo o excesso hídrico mais limitante do que o déficit (GAVA *et al.*, 2015), devido à deficiência de oxigênio, uma vez que poros de aeração são insuficientes.

Por outro lado, a provisão de água às raízes depende da retenção de água no solo, que ocorre em poros menores (RAUBER, 2019). Essa provisão é vital tendo em conta que a soja é cultivada na época de maior temperatura e taxa de transpiração das plantas. Assim, é indispensável que o solo tenha poros de retenção em volumes suficientes para suprir essa demanda. Vale destacar que a água e o ar ocupam o mesmo espaço no solo, o conteúdo de um afeta o outro, de modo que as proporções variam conforme a distribuição de tamanho de poros (RAUBER, 2019).

A matéria orgânica do solo é recomendada como indicador para avaliar a qualidade do solo, fundamentada no fato de que as funções e processos biológicos, químicos e físicos estejam relacionadas diretamente com a presença da matéria orgânica (MORAES, 2018). Além de interferir na arquitetura do solo por meio da participação na formação de unidades estruturais (SILVA, 2019b), que aumentam a capacidade de suporte do solo, quando são aplicadas pressões sobre a superfície do solo, e pode interferir na retenção e infiltração de água no perfil do solo (NETO *et al.*, 2018).

A matéria orgânica do solo pode ser representada pelo carbono orgânico do solo cuja abordagem pode dar-se através de suas frações, que podem ser químicas ou físicas. Um aspecto relevante do carbono orgânico do solo no SSD é sua importância na provisão de nutrientes à cultura, que ocorre através do processo de decomposição de resíduos orgânicos, que provêm dos componentes vegetais que formam parte do sistema de diversificação adotado.

O processo de decomposição dos resíduos orgânicos em uma primeira fase envolve a fração física de carbono orgânico, que é biologicamente mais ativa e, em cujo processo de decomposição, pode ocorrer liberação de nutrientes, enquanto que a fração mais estabilizada, que pode ocorrer em uma etapa mais avançada de decomposição, tem maior relevância do ponto de vista da reatividade física e

química no solo (GALANTINI; SUÑER, 2008), importante para a retenção de nutrientes no solo. Assim, em lavouras sob SSD, o fracionamento físico de carbono orgânico, baseado na transformação física dos resíduos durante o processo de decomposição, pode estar relacionada à produtividade da soja, dada sua importância no fornecimento de 21 nutrientes e na estruturação do solo (GALANTINI; SUÑER, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das épocas de dessecação e da aplicação de esterco após a dessecação da pastagem antecessora ao primeiro ano de produção de soja na características físicas e biológicas do solo e a consequência na produtividade da cultura grânifera.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Condução do experimento

O experimento foi conduzido na região Oeste do Estado de São Paulo (22°17'27" e 51°40'51", 385 m) por duas safras agrícolas (2016/2017 e 2017/2018). Na safra 2016/2107 a área do experimento foi ocupada durante 5 anos com pastagem da espécie *Urochloa brizantha* (cv Marandu). A área da safra 2017/2018 foi ocupada por mais de 6 anos com pastagem. Nesta área havia mistura de espécies capim e presença de invasoras, e nível de degradação da pastagem estava mais avançado em relação à safra anterior. Os dados de fertilidade de ambas as áreas estão contidos na tabela 1. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho distrófico (SANTOS, 2013) de textura arenosa (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física das áreas experimentais antes da dessecação na camada 0-20.

Características do solo	Safra 2016/2017	Safra 2017/2018
Química do solo		
M.O., g dm ⁻³	13	12
pH	4,6	5
P _{resina} , mg dm ⁻³	12,8	4,8
K, mmol _c dm ⁻³	0,7	0,5
Ca, mmol _c dm ⁻³	5,3	6,2
Mg, mmol _c dm ⁻³	4,9	3,7
Textura do solo		
Areia, %	85,6	84,9
Silte, %	2,4	2,5
Argila< %	12,0	12,6

As condições climáticas durante as duas safras estão presentes na Figura 1 e 2.

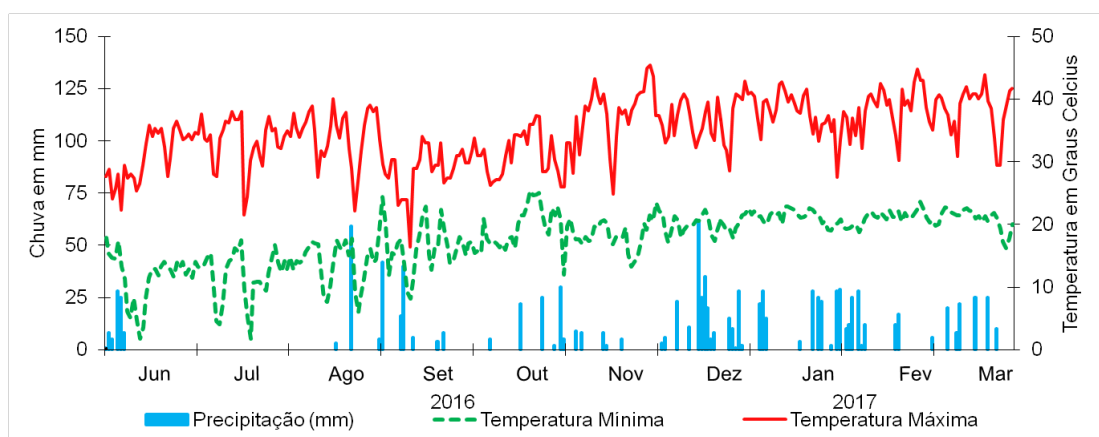


Figura 1 - Variáveis climáticas durante a safra agrícola 2016/2017.

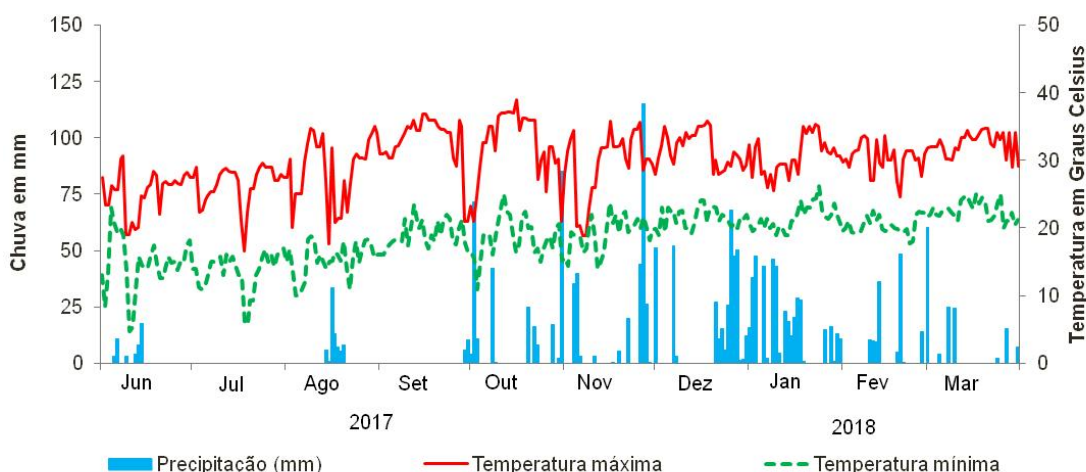


Figura 2 - Variáveis climáticas durante a safra agrícola 2017/2018.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, em esquema fatorial 5x2, com quatro repetições. As parcelas com dimensões de 7 x 20 m foram constituídas por cinco épocas de dessecação da forrageira. Na safra 2016/2017 as épocas de dessecação foram 180, 150, 120, 90 e 60 dias antes da semeadura da soja (DAS) e na safra 2017/2018 foram 160, 130, 100, 70 e 40 DAS. O maior tempo de dessecação e a semeadura da soja na safra 2016/2017 foi em decorrência do atraso das chuvas na época de implantação da cultura da soja. As sub-parcelas com dimensões de 7 x 10 m foram compostas de ausência de aplicação de esterco de aviário e aplicação de 2.000 kg ha⁻¹.

A pastagem da área experimental era *Urochloa brizantha* com cinco anos de implantação. A correção do solo foi realizada no dia 15/05/2016 com aplicação superficial de 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico e 1 t ha⁻¹ de gesso agrícola (VAN RAIJ *et al.*, [s.d.]).

As datas de dessecação e determinação da matéria seca remanescente antes da semeadura da soja estão contidas na Tabela 2. A pastagem foi dessecada com 2.000 g de glyphosato com um volume final de calda de 250 L ha⁻¹. Aos 15 dias após cada época de dessecação era realizada a aplicação de cama de aviário na dose de 2 t ha⁻¹ em uma das subparcelas.

A semeadura da soja na safra 2016/2017 foi realizada no dia 10/12/2016. A cultivar utilizada foi realizada TMG 7060 IPRO (grupo de maturação relativa: 6.0). Na safra 2017/2018, a cultivar Agroeste 3730 (grupo de maturação relativa: 7.3) foi

implantada no dia 27/12/2016. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m, com a distribuição de 16 sementes por metro linear.

A adubação de semeadura foi realizada com 300 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK 04-30-10, correspondentes a 12 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 30 kg ha⁻¹ de K₂O. A adubação de cobertura foi realizada com 50 kg ha⁻¹ de K₂O em. A fonte utilizada foi o cloreto de potássio.

As sementes de soja de ambas as safras foram previamente tratadas com o fungicida comercial Vitavax + Thiram 200 SC e Co-Mo (150 ml e 100 ml do produto comercial a cada 50 kg de sementes, respectivamente). A inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium* foi realizada no sulco de semeadura com oito doses de 100 ml por ha⁻¹ de inoculante (5 bilhões de bactérias/g ou ml).

Tabela 2. Épocas de dessecação da pastagem e da semeadura da soja e matéria seca remanescente da pastagem no momento da implantação da soja.

Época de dessecação - Safra 2016/17			Época de dessecação - Safra 2017/18		
DAS ¹	Data	MS (t ha ⁻¹) ²	DAS ¹	Data	MS (t ha ⁻¹) ²
180	10/06/2016	3,9	160	19/07/2017	3,3
150	09/07/2016	5,8	130	18/08/2017	4,6
120	10/08/2016	7,2	100	18/09/2017	5,9
90	10/09/2016	7,8	70	18/10/2017	6,8
60	10/10/2016	9,3	40	17/11/2017	7,9
Semeadura da soja - 10/12/2016			Semeadura da soja - 27/12/2017		
Colheita da soja - 28/03/2017			Colheita da soja - 30/03/2018		

1-Dias de dessecação antes da semeadura da soja; 2 - Matéria seca da pastagem no momento da semeadura da soja.

2.2 Avaliações

Na fase R4 da soja foi avaliado carbono na biomassa microbiana do solo, carbono e nitrogênio em microagregados, mesoagregados, e macroagregados, atividade da enzima desidrogenase. As coletas da palhada remanescente da pastagem para determinação da matéria seca foram realizadas na emergência da soja e no enchimento de grãos (R5). A colheita da soja na safra 2016/2017 aos 105 dias após a emergência e na safra 2017/2018 aos 95 dias.

O carbono da biomassa microbiana foi estimado pelo método da irradiação-inoculação (TEIXEIRA *et al.*, 2017) e a atividade da enzima desidrogenase foi realizada de acordo com o método descrito por (VAN OS; VAN GINKEL, 2001). As amostras foram coletadas na camada 0-10 cm em cinco pontos por parcela, formando uma amostra composta. O solo coletado foi armazenado em refrigerador (4 °C) até o momento da análise.

O carbono e nitrogênio nos microagregados, mesoagregados e macroagregados foram determinados usando-se monólitos de aproximadamente 10 cm de altura, 10 cm de largura e 10 cm comprimento. Os monólitos foram retirados das trincheiras nas profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm, com auxílio de uma espátula. O material solo foi destorroado e em seguida peneirado malha de 4 mm e 2 mm. Foram utilizados 100 gramas de solo que passou pela peneira de 4 mm e ficou retido na peneira de 2 mm. Este solo que foi colocado sobre um jogo de peneiras sobrepostas com malhas de 2,0; 1,0; 0,5; 0,125 e fundo. As peneiras foram submetidas a um agitador de peneiras, modelo Produteste Mod T, marca Granuteste, a 10 rpm por 20 min. Após o período de agitação, o material de cada peneira foi coletado e pesado.

O solo retido em cada peneira foi utilizado para análise de C e N, para avaliação do fracionamento físico do C e N, ou seja, para avaliação do C e N em macro, meso e microagregados. Foram considerados macroagregados o solo retido nas peneiras de 1,0 e 2,0 mm, mesoagregados o solo retido nas peneiras de 0,125 e 0,5 mm, e microagregados o solo com diâmetro menor que 0,125 mm. Após esse a separação o solo foi encaminhado para o Laboratório de solos e plantas da UNESP – Botucatu, para análise dos teores de C e N em analisador elementar automático (LECO-TruSpec[®] CHNS), considerado como padrão mundial de determinação da matéria orgânica do solo (SWIFT, 1996).

A massa de matéria seca de forragem foi estimada em quatro pontos em cada parcela usando-se um quadro de 0,45 x 0,45m. Foi coletado todo o resíduo da pastagem contido na área de 0,20m². O material coletado foi seco em estufa de aeração forçada a 65°C até atingir massa constante. Após secos o material vegetal foi pesado e o resultado foi convertido em Mg ha⁻¹.

A umidade do solo foi determinada nas mesmas datas em que foi coletado o material vegetal para estimativa de massa de matéria seca durante o ciclo da soja (emergência, floração e enchimento de grãos). A determinação da umidade

gravimétrica foi realizada de acordo com a metodologia preconizada por Castro Filho *et al.* (1998).

A produtividade da soja foi realizada coletando-se 2 m lineares de quatro linhas. A massa obtida foi convertida para Mg ha^{-1} , com correção do teor de umidade nos grãos para 13%.

A análise dos dados foi realizada com os softwares estatísticos SISVAR e R, utilizando nível de significância de 5% (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS

O C-BMS (carbono da biomassa microbiaba do solo) foi alterado tanto pelas épocas de dessecação, quanto pela aplicação de cama de aviário, embora não houve interação entre os tratamentos. Na safra 2016/2017, os maiores valores de C-BMS foram observado quando a pastagem foi dessecada 120 DAS. Apesar das diferenças em todas as datas de dessecação não houve ajuste linear ou quadrático dos dados (Figura 3). Na safra 2017/2018, os dados foram ajustados a função linear (Figura 3), sendo que os maiores valores de C-BMS foram observados para a época de dessecação mais próxima da sementeira da soja. Nas duas safras a maior quantidade de C-BMS ocorreu sem a aplicação de cama de aviário. Na primeira safra as médias foram 68,7 e 86,8 mg C kg^{-1} de solo com e sem a aplicação de esterco, respectivamente. Na safra 2017/2018 os valores foram 36,9 e 41,3 mg C kg^{-1} de solo com e sem a aplicação de esterco, respectivamente.

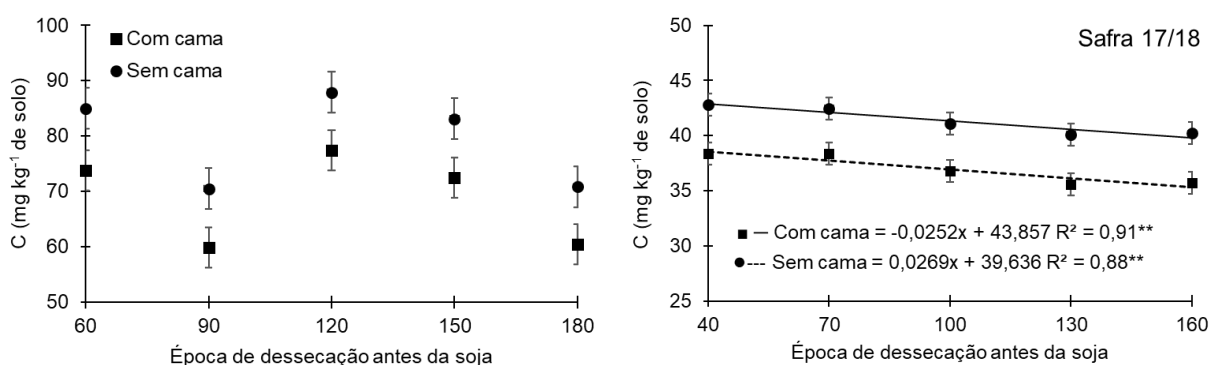


Figura 3. Carbono da biomassa microbiaba do solo (C-BMS) na profundidade 0-10 em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

A atividade da enzima desidrogenase foi superior nas subparcelas que não se aplicou cama de aviário. A superioridade da atividade enzimática quando não foi aplicado cama de aviário foi de 15% e 24%, nas safras 2016/2017 e 2017/2018, respectivamente. Com relação às épocas de dessecação a maior atividade da desidrogenase foi observada aos 90 DASS na safra 2016/2017 e aos 70 DASS na safra 2017/2018 (Figura 4).

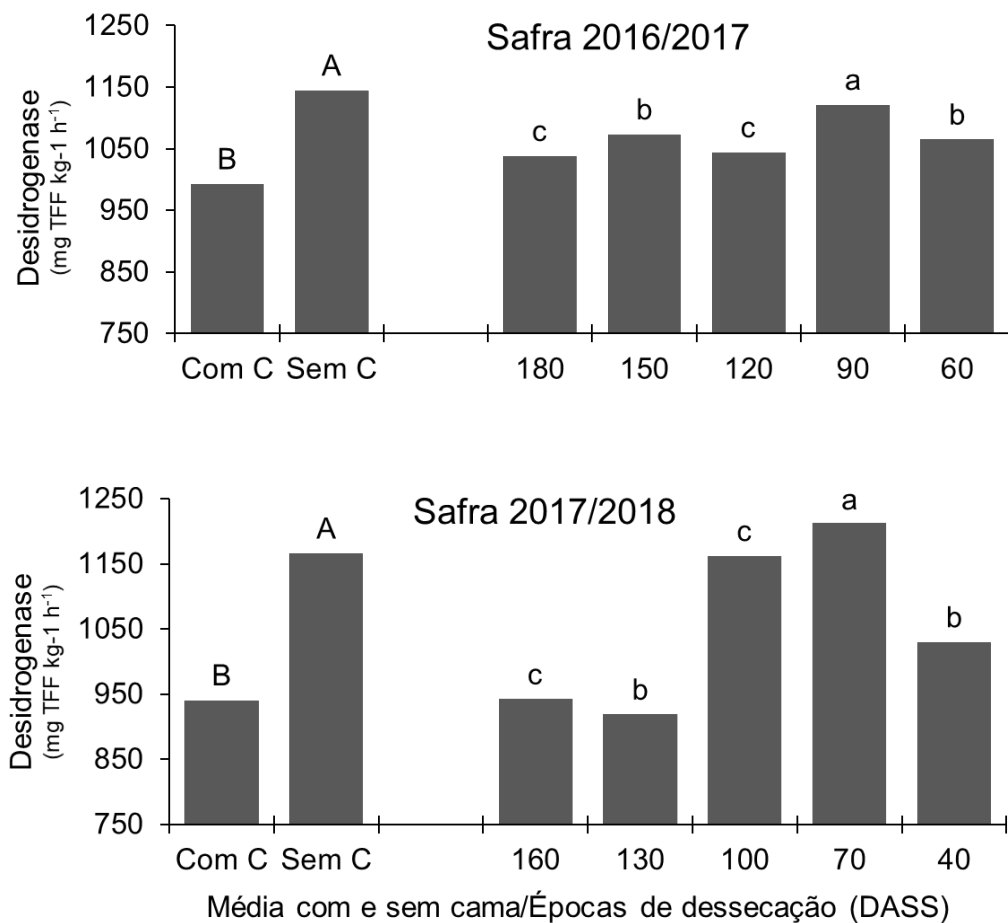


Figura 4. Carbono da biomassa microbiada do solo (C-BMS) na profundidade 0-10 em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

A aplicação de esterco influenciou os resultados de teor de N na safra 16/17 em macroagregados até 20 cm de profundidade, além de também ter influenciado o resultado de N em microagregados até 10 cm de profundidade (Tabela 3). As épocas de dessecação não influenciaram esses resultados (Tabela 3).

Tabela 3. Teor de N em Macro, meso e microagregados do solo em função das épocas de dessecação e cama de aviário na safra 2016/2017

Trat.	N-Macroagregados		N-Mesoagregados		N-Microagregados	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
DASS	----- g kg ⁻¹ -----					
Média	0,21	0,18	0,18	0,18	0,21	0,18
CV	17,5	13,2	9,5	18,5	25,1	14,2
Cama	----- g kg ⁻¹ -----					
Sem C	0,29a	0,21a	0,18	0,17	0,14b	0,16
Com C	0,11b	0,17b	0,18	0,17	0,28a	0,15
CV	17,4	16,0	12,3	17,2	17,9	14,6
	Probabilidade de F					
DASS	ns	ns	ns	ns	ns	Ns
CAMA	*	*	ns	ns	*	ns
D x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

DASS: Dessecação antes da semeadura da soja (dias). Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O teor de N em macroagregados até 20 cm de profundidade na safra 17/18 foi influenciado pelas épocas de dessecação da forrageira (Tabela 4). Parcelas desseçadas com menos de 100 DAS apresentaram menor teor de N em macroagregados. Essas mesmas parcelas desseçadas com menos de 100 DAS tiveram seu teor de N em microagregados superior na camada de 10 a 20 cm de profundidade (Tabela 4). A aplicação de esterco não influenciou essa variável na safra 17/18.

Tabela 4. Teor de N em Macro, meso e microagregados do solo em função das épocas de dessecação e cama de aviário na safra 2017/2018.

Trat.	N-Macroagregados		N-Mesoagregados		N-Microagregados	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
DASS	----- g kg ⁻¹ -----					
160	0,19ab	0,16b	0,18	0,15	0,17	0,16b
130	0,24a	0,16b	0,20	0,15	0,18	0,15b
100	0,17b	0,17b	0,17	0,17	0,17	0,18a
70	0,18b	0,20a	0,17	0,17	0,17	0,17ab
40	0,18b	0,17b	0,17	0,16	0,18	0,17ab
CV	17,9	10,6	11,3	14,2	11,6	
Cama	----- g kg ⁻¹ -----					
Sem C	0,19	0,16	0,18	0,15	0,17	0,16
Com C	0,20	0,17	0,18	0,15	0,18	0,16
CV	14,8	9,5	10,1	12,7	9,9	
	Probabilidade de F					
DASS	*	*	ns	ns	ns	*
CAMA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
D x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

DASS: Dessecação antes da semeadura da soja (dias). Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na safra 16/17, o teor de C em microagregados na camada de 10 a 20 cm de profundidade foi maior em áreas com aplicação de esterco (Tabela 5). As diferentes épocas de dessecação da forrageira antecessora não influenciaram esses resultados em nenhum tamanho de agregado (Tabela 5).

Tabela 5. Teor de C em Macro, meso e microagregados do solo em função das épocas de dessecação e cama de aviário na safra 2016/2017.

Trat.	C-Macroagregados		C-Mesoagregados		C-Microagregados	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
DASS	----- g kg ⁻¹ -----					
Média	1,31	1,36	1,28	1,18	1,14	1,49
CV	21,3	24,8	16,3	22,1	16,5	18,5
Cama	----- g kg ⁻¹ -----					
Sem C	1,59	1,59	1,27	1,16	1,08	1,16b
Com C	1,52	1,52	1,36	1,15	1,19	1,79a
CV	18,5	19,4	17,6	14,2	17,8	21,7
	Probabilidade de F					
DASS	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CAMA	ns	ns	ns	ns	ns	**
D x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

DASS: Dessecação antes da semeadura da soja (dias). Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na safra 17/18, o teor de C em macroagregados superficiais foram influenciados pela aplicação de esterco e também pela época de dessecação da forrageira, porém, não houve interação entre as duas variáveis (Tabela 6). A aplicação de esterco resultou em menores teores de C em macroagregados para essa camada. E áreas desseçadas a partir de 100 DAS apresentaram maior teor de C em macroagregados superficiais (Tabela 6). Além disso, parcelas desseçadas 100 DAS apresentaram maior teor de C em mesoagregados na camada de 10 a 20 cm de profundidade (Tabela 6).

Tabela 6. Teor de C em Macro, meso e microagregados do solo em função das épocas de dessecação e cama de aviário na safra 2017/2018.

Trat.	C-Macroagregados		C-Mesoagregados		C-Microgregados	
	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm	0-10cm	10-20cm
DASS	----- g kg ⁻¹ -----					
160	1,79a	1,21	1,37	1,02b	1,04	1,08
130	1,76a	1,16	1,34	0,99b	1,04	1,20
100	1,69a	1,23	1,32	1,55a	1,09	1,16
70	1,45b	1,23	1,27	1,14b	1,15	1,03
40	1,29b	1,04	1,16	1,05b	1,25	1,18
CV	21,3	22,7	19,5	21,1	15,7	15,4
Cama	----- g kg ⁻¹ -----					
Sem C	1,94a	1,15	1,27	1,20	1,12	1,06
Com C	1,63b	1,19	1,33	1,12	1,10	1,16
CV	18,5	19,2	25,9	21,5	16,6	15,1
	Probabilidade de F					
DASS	**	ns	ns	**	ns	ns
CAMA	**	ns	ns	ns	ns	ns
D x C	ns	ns	ns	ns	ns	ns

DASS: Dessecação antes da semeadura da soja (dias). Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa de matéria seca na emergência e na fase de enchimento de grão foi ajusta a função linear decrescente à medida que aumentou o tempo de dessecação. Na fase de emergência houve efeito da aplicação da cama de aviário. Nos tratamentos com a aplicação da cama ocorreu maior perda de matéria seca da pastagem desseçada. Na média os tratamentos com cama de aviário perderam 1,0 Mg ha⁻¹ com relação a não aplicação da cama (Figura 5).

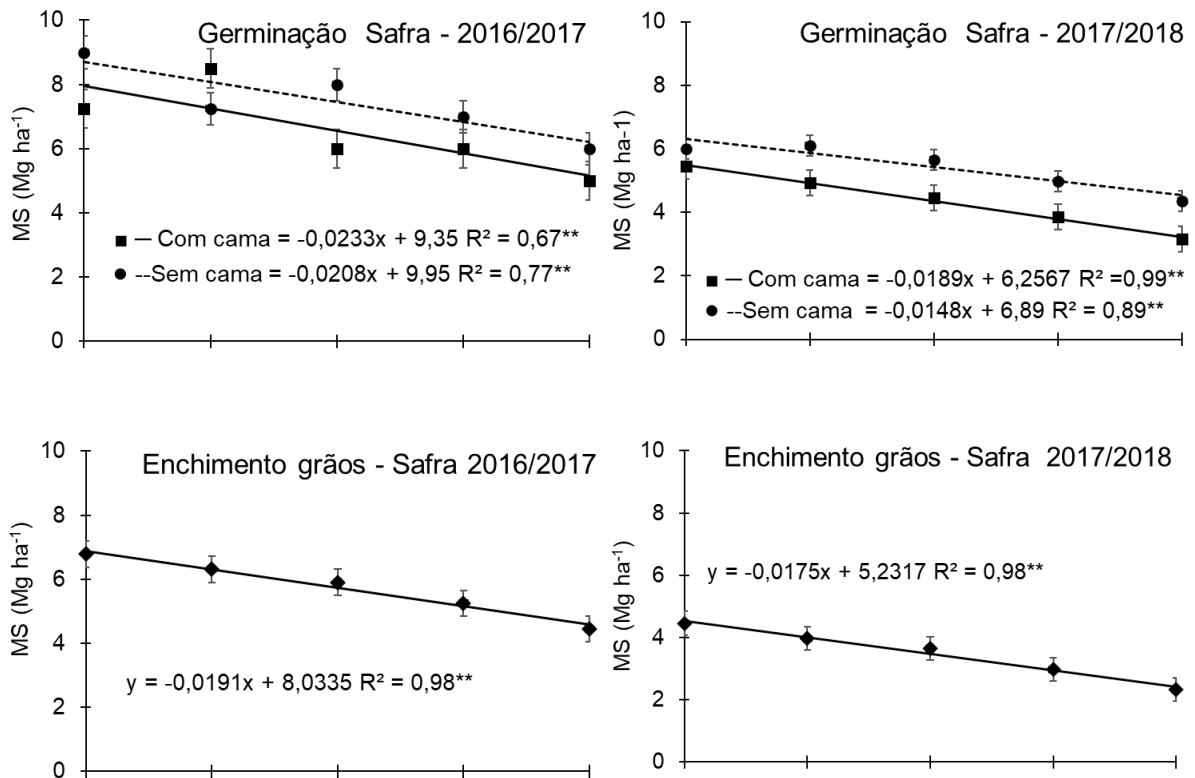


Figura 5. Matéria remanescente da dessecação na emergência da soja e na fase enchimento de grãos (R5) em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

Os dados de umidade do solo foram ajustados à função linear decrescente nas duas safras, ou seja, com o maior tempo entre a dessecação da pastagem a umidade do solo diminuiu. O efeito da aplicação da cama de aviário na umidade foi observado apenas na coleta realizada na fase de emergência. A aplicação da cama de aviário proporcionou menores valores de umidade em ambas as safras. Entre as safras a umidade foi maior em 2016/2017. Isto se explica em razão da maior quantidade de matéria seca, conforme pode ser observado na Figura 6, na fase de emergência.

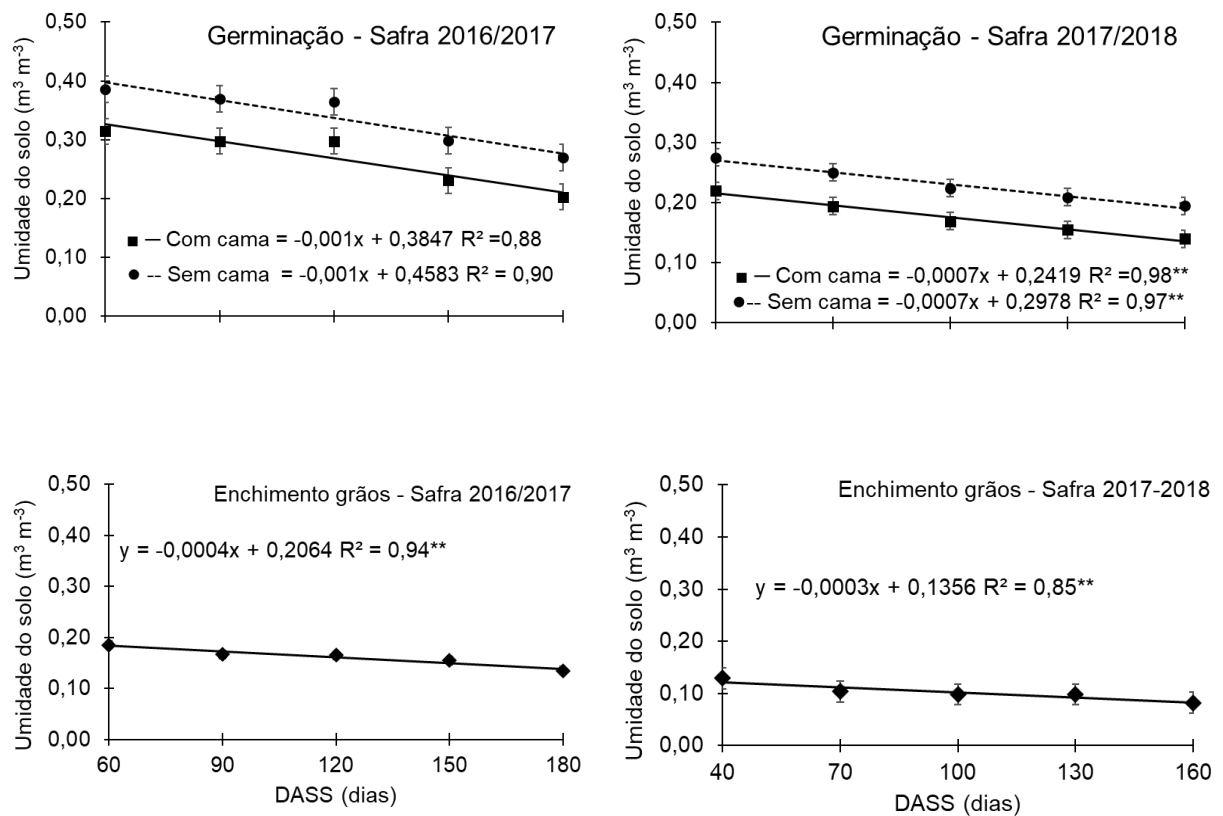


Figura 6. Umidade do solo à 0-10 cm de profundidade na emergência da soja e na fase enchimento de grãos (R5) em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

A safra 16/17 teve maior produtividade em áreas sem aplicação de esterco ($3,8 \text{ Mg ha}^{-1}$) comparado à áreas em que receberam esse tratamento na mesma safra ($2,9 \text{ Mg ha}^{-1}$). As épocas de dessecação não influenciaram a produtividade nessa safra.

A produtividade da soja na safra 17/18 foi influenciada somente pelas épocas de dessecação (Figura 7), que foram maiores em áreas dessecadas pelo menos 100 DASS. A safra 17/18 não apresentou diferença em áreas com ou sem aplicação de esterco para a produtividade.

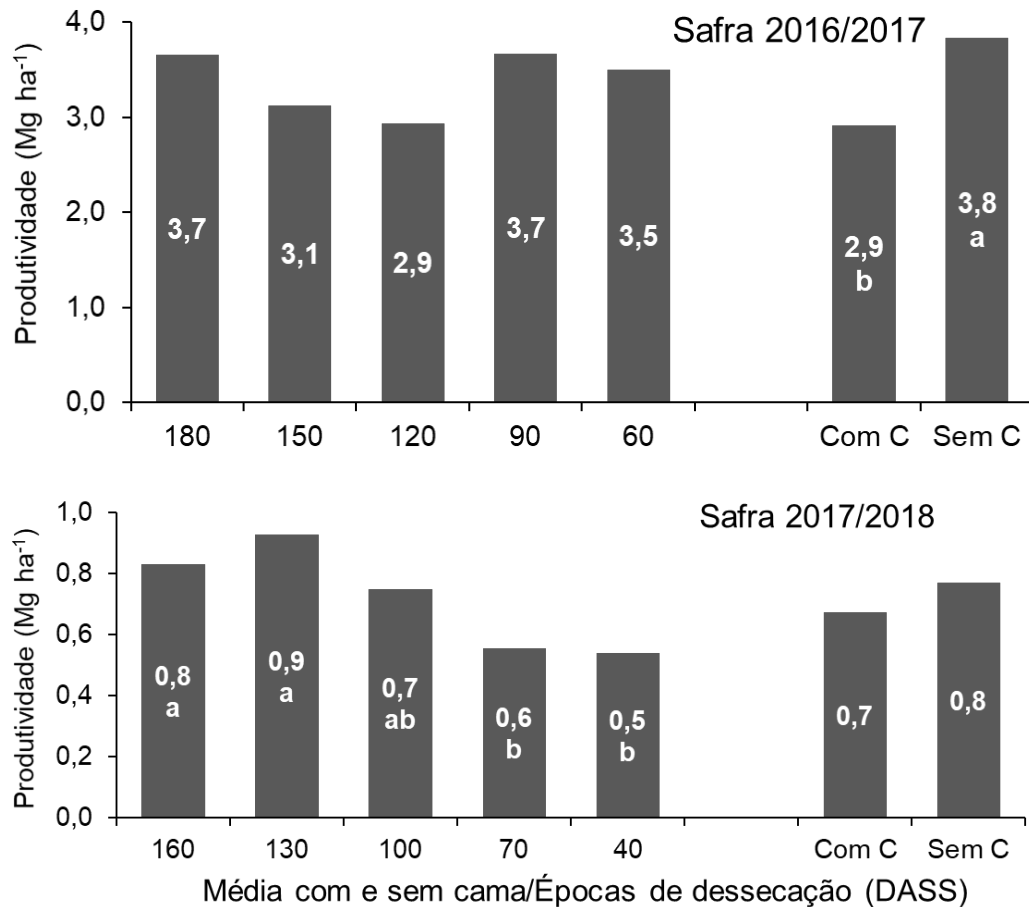


Figura 7. Produtividade de grãos da soja em função das épocas de dessecação e cama de aviário nas safras 16/17 e safra 17/18.

4 DISCUSSÃO

O C-BMS é um dos atributos mais comumente utilizado para avaliar a qualidade de um solo, pois se trata da avaliação da parte viva da matéria orgânica e tratamentos que preservam maiores valores de C-BMS devem ser preconizados a fim de se obter uma melhoria nos solos (REIS *et al.*, 2019). Portanto, a aplicação de esterco dominou a qualidade biológica superficial do solo como pode ser observado na Figura 3, onde os teores de C-BMS foram inferiores com esse tratamento. O aumento dos teores de C-BMS em superfície se deve ao incremento de resíduos vegetais e palha, que diminui as perdas de água do solo e favorecem o desenvolvimento da microbiota do solo (JÚNIOR *et al.*, 2019). Parcelas com a aplicação de esterco apresentaram maiores perdas de matéria seca de palhada (Figura 5) e menores valores de Umidade do solo em superfície (Figura 6) na etapa

de emergência da soja, o que justifica menores resultados de C-BMS em áreas com aplicação de esterco, mesmo que este seja um material rico em microorganismos benéficos ao solo (ROCCA JARA *et al.*, 2019).

A atividade da enzima desidrogenase é influenciada pelas propriedades do solo como pH, teor de argila, taxa de difusão do oxigênio, teor de água e densidade aparente (TAN *et al.*, 2017). No presente estudo, a aplicação de esterco de aviário causou diminuição da atividade da enzima desidrogenase (Figura 4). Além disso, pode observar que áreas desseccadas entre 70 e 90 DAS apresentam melhores resultados dessa variável (Figura 4), provavelmente porque essas épocas de dessecação permitiram a manutenção do solo coberto por palhada (Figura 5) e da umidade do solo (Figura 6).

Embora os ciclos do C e N no solo sejam complementares, e a manutenção de maior quantidade de C e N em macroagregados significa que o tratamento está tendo aporte de matéria orgânica como resultado do cultivo da forrageira (MITTON *et al.*, 2017), de modo geral, o comportamento dos dados de N não seguiu um padrão compatível ao encontrado para o C nas diferentes classes de agregados.

A aplicação de esterco na safra 16/17 resultou em menor teor de N em macroagregados, enquanto aumentou os teores de C e N em microagregados. O esterco acelerou os processos microbiológicos de quebra da matéria orgânica (KUNDE *et al.*, 2016), e o aporte de matéria orgânica através do esterco resultou em estabilização do C e N em microagregados (MITTON *et al.*, 2017).

O C pode melhorar a estabilidade dos agregados, em contrapartida, os macroagregados diminuem a taxa de decomposição da matéria orgânica em virtude da proteção física, ou seja, o C nos agregados pode variar diretamente de acordo com os teores de carbono na massa do solo, elevando seu teor nos macroagregados em solos bem estruturados e o diminuindo nos microagregados solos mal estruturados (HICKMANN; COSTA, 2012).

A predominância de areia (85,6%, safra 16/17 e 84,9%, safra 17/18) e a baixa atividade dos minerais da fração argila do solo deste estudo, com predomínio de caulinita e baixos teores de óxidos de Fe (AMADO *et al.*, 2001), causam fragilidade estrutural, expondo a matéria orgânica à elevada perda sob efeitos do intemperismo, (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011). Sobretudo, os ocasionados na safra 17/18, em que o solo ficou exposto por apresentar menor matéria seca de forragem comparado a safra 16/17 (Figura 5) e, em decorrência disso, ficou exposto a maiores

oscilações de temperatura (RODRIGUES *et al.*, 2018) e umidade (Figura 6) superficial do solo. Nesse contexto, um tempo superior a 100 DASS é necessário para aumentar o aporte de C e N em macroagregados do solo (Tabela 6).

A produtividade da soja foi afetada negativamente pela aplicação de esterco na safra 16/17 (Figura 7). Nessa safra, houve um déficit hídrico na fase de emergências das plântulas de soja (Figura 1). Nesse estágio da soja, as parcelas com aplicação de esterco apresentaram menores valores de matéria seca de forragem (Figura 5) e conseqüentemente menor manutenção da umidade do solo (Figura 6). A fase de emergência das plântulas é, juntamente com a floração e o enchimento de grãos, uma das fases mais sensíveis ao déficit hídrico na produtividade da soja (GAVA *et al.*, 2016), o que pode corroborar o resultado de produtividade do presente estudo (Figura 7). A safra 16/17 não foi influenciada pela época de dessecação da forrageira provavelmente porque a quantidade de forragem era superior à encontrada na safra 17/18 (Figura 5), e no estágio de emergência da soja, por exemplo, mesmo áreas desseçadas 180 DAS apresentavam matéria seca de forragem remanescente superiores às encontradas em parcelas desseçadas somente 40 DAS na safra 17/18 (Figura 5). Isso demonstra que a quantidade de matéria seca remanescente é mais importante para a produtividade da soja do que propriamente a época de dessecação da forrageira. Em áreas em que havia mais de 6 Mg ha^{-1} de matéria seca remanescente no momento da emergência das plântulas de soja (Figura 5), a produtividade não foi influenciada pela época de dessecação da forrageira (Figura 7).

Em áreas com baixa quantidade de matéria seca de forragem, como na safra 17/18, a época de dessecação superior a 100 DASS apresenta maiores produtividades da soja, enquanto que a aplicação de esterco não influencia os resultados (Figura 7).

5 CONCLUSÕES

As épocas de dessecação da pastagem antecessora ao primeiro ano de produção de soja não influencia nas características físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura granífera. A aplicação de esterco não favorece os atributos biológicos do solo e causa perdas de produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, A. J.; AKINGBOLA, O. O.; OJENIYI, S. O. Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 73–80, 1 dez. 2019.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. 2001a.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. 2001b.
- AMADO, T. J. C. *et al.* Potential of cover crops to sequester carbon and increase soil nitrogen content, under no-tillage system, improving environmental quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 189–197, mar. 2001.
- ARAÚJO, R. M. **Uso de resíduos na agricultura familiar de base ecológica: efeitos na qualidade do solo e no desempenho agrônômico do feijoeiro**. 6 abr. 2018.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925–1933, set. 2009.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592–598, ago. 2017.
- BARBIERI, R. S. **Recuperação de uma pastagem degradada e variação de atributos do solo: um estudo geoestatístico e econômico**. 22 jan. 2020.
- BARBOSA, J. L. *et al.* Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 201–210, mar. 2019.
- BENASSI, C. **Qualidade de um latossolo manejado com plantio direto sob rotações após três anos**. 29 abr. 2019.
- BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em sistema de plantio direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208–218, 4 dez. 2019.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, 4 out. 2012.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v. 85, p. 31–37, 1 abr. 2017.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Soil aggregate stability and its relation with organic carbon in a typic haplorthox, as a function of tillage systems, crop rotations and soil sample preparation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998a.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998b.

CIAMPITTI, I. A.; SALVAGIOTTI, F. New insights into soybean biological nitrogen fixation. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1185–1196, 2018.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1180–1186, jul. 2012.

DONAGEMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 2011.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003–1020, set. 2016.

DOURADO, L. R. *et al.* Produtividade de alface em diferentes doses de biofertilizante e esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 15 maio 2016.

FERREIRA, A. C. B. *et al.* **Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro**. 2016.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5SPE, p. 999–1005, 2014.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1131–1138, dez. 2015.

FREITAS, R. H. **Uso da cama de frango aplicada na forma parcelada em adubação de cobertura no cultivo de milho verde irrigado por gotejamento**. 26 set. 2019.

GALANTINI, J. A.; SUÑER, L. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. **AgriScientia**, v. 25, n. 1, 2008.

GAVA, R. *et al.* O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 9, n. 6, p. 349–359, 22 dez. 2015. DOI: 10.7127/rbai.v9n600368.

GAVA, R. *et al.* Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja / strategies of deficit water management in irrigation of soybean crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 305–315, 29 set. 2016.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. DA. Carbon stock in soil and aggregates in Ultisol under different management of long duration. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1055–1061, out. 2012.

HUNGRIA, L. C. **Indicadores biológicos de qualidade do solo em uma cronossequência sob sistema plantio direto na Amazônia Oriental**. 2018.

JORIS, H. A. W. *et al.* Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 162, p. 68–77, 1 set. 2016.

JUNIOR, A. A. B.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Altura de manejo da pastagem, época de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e adubação nitrogenada na cultura da soja em sistema integração lavoura-pecuária. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 124–133, 15 ago. 2016.

JÚNIOR, F. R. F. *et al.* Sistemas de manejo e parâmetros da matéria orgânica de um solo do cerrado baiano, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 298–312, 31 jul. 2019.

KUNDE, R. J. *et al.* Frações físicas da matéria orgânica em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1520–1528, set. 2016.

LIMA, C. L. R. *et al.* Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1166–1169, ago. 2007.

LIMA, P. G. *et al.* Análise da gestão de resíduos sólidos gerados por galinhas poedeiras em uma granja familiar / analysis of solid waste management generated by laying hens on a family farm. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 403–415, 27 dez. 2016.

LIN, Y. *et al.* Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 134, p. 187–196, 1 jul. 2019.

LOSS, A. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 68–75, jan. 2009.

LUANDA, T. F.; EDEMAR, M.; WELLINGTON, E. X. G. Soybean yield of degraded pasture after reimplantation with and without phosphating. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 32, p. 2566–2573, 10 ago. 2017.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, p. 424–537, 8 dez. 2016.

MARÍN, O. L. Z. **Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camadas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais**. 15 mar. 2011.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1678–1688, dez. 2013.

MESQUITA, E. F. *et al.* Fitomassa e eficiência do uso da água da mamoneira brs gabriela irrigada sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1458–1467, 14 jun. 2017.

MITTON, R. V. *et al.* Fracionamento físico da matéria orgânica de um latossolo vermelho distrófico típico pelo método de sonicação. **Scientia agraria**, v. 18, n. 2, p. 22–29, 2017.

MORAES, J. L. **Fracionamento químico da matéria orgânica de solos sob diferentes sistemas de manejo**. 2018.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 187–192, fev. 2012.

NEPOMUCENO, M. P. *et al.* Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557–565, set. 2012.

NETO, A. B. B. *et al.* Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 147–164, 19 nov. 2018.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Morphological, biochemical, and molecular characterization of *Meloidogyne* spp. populations from Brazilian soybean production regions. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017.

PASSOS, A. M. A. *et al.* Pó de carvão, esterco de curral e cama de frango no cultivo da soja e atributos químicos de um Cambissolo distrófico - DOI:10.5039/agraria.v10i3a4546. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 10, n. 3, p. 382–388, 11 mar. 2016.

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 5, 2012.

PINTO, L.; DIAS GOMES, E.; SPÓSITO, T. Uso de esterco bovino e de aves na adubação orgânica da alface como prática agroecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. Especial, p. 75–81, 20 dez. 2016.

PIZZATTO, I. F. **Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração**. 24 fev. 2017.

RAMOS, F. T. *et al.* Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 9, p. 3595–3602, 2018.

RAUBER, M. J. **Estimativa da retenção e disponibilidade de água para os solos do Rio Grande do Sul**. 3 dez. 2019.

- REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais**: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. p. 86, 2007.
- REINERT, D. J. *et al.* Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1805–1816, out. 2008.
- REIS, D. A. *et al.* Grau de dispersão, biomassa microbiana e carbono orgânico de um latossolo cultivado com soja sob plantio convencional e direto no cerrado (savana) do oeste da Bahia, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 363–375, 20 jun. 2019.
- RIBEIRO, D. O. *et al.* Atributos físicos e fertilidade de um latossolo submetido a aplicações sucessivas de cama de peru em pastejo rotacionado. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 5, p. 11–23, 3 out. 2019.
- RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011a.
- RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011b.
- ROCCA JARA, Q. *et al.* Compostos de esterco de galinha e de ovino melhoram a produtividade de plantas de cafeeiro sob um sistema de produção orgânica. **Arnaldoa**, v. 26, n. 2, p. 735–750, maio 2019.
- RODRIGUES, G. A. *et al.* Oscilações da temperatura do solo em função de quantidades de palha e horários ao longo do dia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 293–304, 30 jun. 2018.
- ROSOLEM, C. A.; UNESP *et al.* Nitrogen immobilization by Congo grass roots impairs cotton initial growth. **Journal of Agricultural Science**, p. 126–136, 2012.
- SALOMÃO, P. E. A. *et al.* A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 82, 2020.
- SANTANA, J. *et al.* Caracterização física e química de solo em sistemas de manejo plantio direto e convencional. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 22–42, 20 jun. 2018.
- SANTOS, H. G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- SANTOS, J. B. *et al.* Época de dessecação anterior à semeadura sobre o desenvolvimento da soja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 869–875, dez. 2007.

SECCO, D. *et al.* Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 58–64, fev. 2009.

SEITZ, S. *et al.* Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 1, p. 4, 18 dez. 2018.

SILVA, G. C. **Produção de berinjela cultivada com cama de frango**. ago. 2019a.

SILVA, N. F. *et al.* Cana-de-açúcar cultivada sob diferentes níveis de palhada. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, 6 abr. 2017.

SILVA, V. R. **Atributos físicos e relações com matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo na região do cerrado**. 13 dez. 2019b.

SOUZA, L. S. *et al.* Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657–668, dez. 2006.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S. Rendimento do feijoeiro influenciado por sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 121–126, 20 mar. 2007.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. *In*: **Methods of Soil Analysis**. [s.l.] John Wiley & Sons, 1996. p. 1011–1069.

TAMAGNO, S. *et al.* Interplay between nitrogen fertilizer and biological nitrogen fixation in soybean: implications on seed yield and biomass allocation. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 17502, 30 nov. 2018.

TAN, X. *et al.* Differences in the response of soil dehydrogenase activity to Cd contamination are determined by the different substrates used for its determination. **Chemosphere**, v. 169, p. 324–332, fev. 2017.

VAN OS, G. J.; VAN GINKEL, J. H. Suppression of Pythium root rot in bulbous Iris in relation to biomass and activity of the soil microflora. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, n. 11, p. 1447–1454, 1 set. 2001.

VAN RAIJ, B. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. [s.d.]. p. 88.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 213–223, fev. 2011.

WU, L. *et al.* Soil organic matter priming and carbon balance after straw addition is regulated by long-term fertilization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 135, p. 383–391, 1 ago. 2019.

ZHAO, J. *et al.* Effects of organic–inorganic compound fertilizer with reduced chemical fertilizer application on crop yields, soil biological activity and bacterial

community structure in a rice–wheat cropping system. **Applied Soil Ecology**, v. 99, p. 1–12, 1 mar. 2016.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Inclusão da soja como estratégia para melhorar o desempenho de pastagens degradadas é uma alternativa viável, melhora atributos físicos, químicos e biológicos do solo, propiciando maiores produtividades do sistema subsequente à cultura granífera. Após a dessecação da pastagem em ambientes como esse, é necessário um intervalo de pelo menos 90 dias para que os processos biológicos e químicos causem efeitos positivos no solo, trazendo consequências na produtividade do sistema subsequente.

É necessário enfatizar que em ambientes de clima tropical e solos arenosos, a necessidade de manutenção do solo coberto por palhada é de suma importância para manutenção da umidade do solo e proteção da fauna edáfica e consequentemente, na manutenção da matéria orgânica, por isso, a importância de se ter uma quantidade de forragem alta para se iniciar o SSD.

Nesse contexto, a aplicação de um produto, ainda que rico em material orgânico, como é o caso do esterco de aviário, não se mostra uma estratégia eficaz na manutenção e incremento de M.O. no sistema, pois acelera os processos microbiológicos deixando o solo exposto mais rapidamente.

Os atributos físicos e biológicos do solo podem ser melhorados, porém, as respostas em produtividade podem não ser percebidas nas primeiras safras e só aparecem com o decorrer de vários anos de manutenção de manejos sustentáveis ao solo.

REFERÊNCIAS

- ADEYEMO, A. J.; AKINGBOLA, O. O.; OJENIYI, S. O. Effects of poultry manure on soil infiltration, organic matter contents and maize performance on two contrasting degraded alfisols in southwestern Nigeria. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 73–80, 1 dez. 2019.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. 2001a.
- ALVARENGA, R. C. *et al.* **Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto**. 2001b.
- AMADO, T. J. C. *et al.* Potential of cover crops to sequester carbon and increase soil nitrogen content, under no-tillage system, improving environmental quality. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 1, p. 189–197, mar. 2001.
- ARAÚJO, R. M. **Uso de resíduos na agricultura familiar de base ecológica: efeitos na qualidade do solo e no desempenho agrônômico do feijoeiro**. 6 abr. 2018.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925–1933, set. 2009.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. *et al.* Contribution of roots and shoots of Brachiaria species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592–598, ago. 2017.
- BARBIERI, R. S. **Recuperação de uma pastagem degradada e variação de atributos do solo: um estudo geoestatístico e econômico**. 22 jan. 2020.
- BARBOSA, J. L. *et al.* Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 201–210, mar. 2019.
- BENASSI, C. **Qualidade de um latossolo manejado com plantio direto sob rotações após três anos**. 29 abr. 2019.
- BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 25, n. 3, p. 208–218, 4 dez. 2019.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 5, 4 out. 2012.
- CALONEGO, J. C. *et al.* Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v. 85, p. 31–37, 1 abr. 2017.
- CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Soil aggregate stability and its relation with organic carbon in a typic haplorthox, as a function of tillage systems,

crop rotations and soil sample preparation. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998a.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 3, p. 527–538, set. 1998b.

CIAMPITTI, I. A.; SALVAGIOTTI, F. New Insights into Soybean Biological Nitrogen Fixation. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 4, p. 1185–1196, 2018.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavoura-pecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, v. 42, n. 7, p. 1180–1186, jul. 2012.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. 2011.

DONAGEMMA, G. K. *et al.* Characterization, agricultural potential, and perspectives for the management of light soils in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003–1020, set. 2016.

DOURADO, L. R. *et al.* Produtividade de alfaca em diferentes doses de biofertilizante e esterco bovino. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, 15 maio 2016.

FERREIRA, A. C. B. *et al.* **Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro**. 2016.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 5SPE, p. 999–1005, 2014.

FRANCHINI, J. C. *et al.* Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 12, p. 1131–1138, dez. 2015.

FREITAS, R. H. **Uso da cama de frango aplicada na forma parcelada em adubação de cobertura no cultivo de milho verde irrigado por gotejamento**. 26 set. 2019.

GALANTINI, J. A.; SUÑER, L. Las fracciones orgánicas del suelo: análisis en los suelos de la Argentina. **AgriScientia**, v. 25, n. 1, 2008.

GAVA, R. *et al.* O estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada - RBAI**, v. 9, n. 6, p. 349–359, 22 dez. 2015. DOI: 10.7127/rbai.v9n600368.

GAVA, R. *et al.* Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja / strategies of deficit water management in irrigation of soybean crop. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 3, p. 305–315, 29 set. 2016.

HICKMANN, C.; COSTA, L. M. DA. Carbon stock in soil and aggregates in Ultisol under different management of long duration. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 10, p. 1055–1061, out. 2012.

HUNGRIA, L. C. **Indicadores biológicos de qualidade do solo em uma cronosequência sob sistema plantio direto na Amazônia Oriental**. 2018.

JORIS, H. A. W. *et al.* Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 162, p. 68–77, 1 set. 2016.

JUNIOR, A. A. B.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Altura de manejo da pastagem, época de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e adubação nitrogenada na cultura da soja em sistema integração lavoura-pecuária. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, n. 2, p. 124–133, 15 ago. 2016.

JÚNIOR, F. R. F. *et al.* Sistemas de manejo e parâmetros da matéria orgânica de um solo do cerrado baiano, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 298–312, 31 jul. 2019.

KUNDE, R. J. *et al.* Frações físicas da matéria orgânica em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1520–1528, set. 2016.

LIMA, C. L. R. *et al.* Densidade crítica ao crescimento de plantas considerando água disponível e resistência à penetração de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1166–1169, ago. 2007.

LIMA, P. G. *et al.* Análise da gestão de resíduos sólidos gerados por galinhas poedeiras em uma granja familiar / analysis of solid waste management generated by laying hens on a family farm. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 4, p. 403–415, 27 dez. 2016.

LIN, Y. *et al.* Long-term manure application increases soil organic matter and aggregation, and alters microbial community structure and keystone taxa. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 134, p. 187–196, 1 jul. 2019.

LOSS, A. *et al.* Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 68–75, jan. 2009.

LUANDA, T. F.; EDEMAR, M.; WELLINGTON, E. X. G. Soybean yield of degraded pasture after reimplantation with and without phosphating. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 32, p. 2566–2573, 10 ago. 2017.

MALAQUIAS, C. A. A.; SANTOS, A. J. M. Adubação organomineral e NPK na cultura do milho (*Zea mays* L.). **PUBVET**, v. 11, p. 424–537, 8 dez. 2016.

MARÍN, O. L. Z. **Caracterização e avaliação do potencial fertilizante e poluente de distintas camadas de frango submetidas a reusos sequenciais na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais**. 15 mar. 2011.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 6, p. 1678–1688, dez. 2013.

MESQUITA, E. F. *et al.* Fitomassa e eficiência do uso da água da mamoneira brs gabriela irrigada sob adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 3, p. 1458–1467, 14 jun. 2017.

MITTON, R. V. *et al.* Fracionamento físico da matéria orgânica de um latossolo vermelho distrófico típico pelo método de sonicação. **Scientia agraria**, v. 18, n. 2, p. 22–29, 2017.

MORAES, J. L. **Fracionamento químico da matéria orgânica de solos sob diferentes sistemas de manejo**. 2018.

NASCENTE, A. S.; CRUSCIOL, C. A. C. Cover crops and herbicide timing management on soybean yield under no-tillage system. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 187–192, fev. 2012.

NEPOMUCENO, M. P. *et al.* Períodos de dessecação de *Urochloa ruziziensis* e seu reflexo na produtividade da soja RR. **Planta Daninha**, v. 30, n. 3, p. 557–565, set. 2012.

NETO, A. B. B. *et al.* Matéria orgânica e atributos físico-hídricos de um latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Agroecossistemas**, v. 10, n. 2, p. 147–164, 19 nov. 2018.

OLIVEIRA, C. M. *et al.* Morphological, biochemical, and molecular characterization of *Meloidogyne* spp. populations from Brazilian soybean production regions. **Ciência Rural**, v. 47, n. 5, 2017.

PASSOS, A. M. A. *et al.* Pó de carvão, esterco de curral e cama de frango no cultivo da soja e atributos químicos de um Cambissolo distrófico - DOI:10.5039/agraria.v10i3a4546. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 10, n. 3, p. 382–388, 11 mar. 2016.

PEREIRA, N. S.; SOARES, I.; PEREIRA, E. S. S. Uso de leguminosas como fonte alternativa de N nos agroecossistemas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 5, 2012.

PINTO, L.; DIAS GOMES, E.; SPÓSITO, T. Uso de esterco bovino e de aves na adubação orgânica da alface como prática agroecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 12, n. Especial, p. 75–81, 20 dez. 2016.

PIZZATTO, I. F. **Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração**. 24 fev. 2017.

RAMOS, F. T. *et al.* Soil organic matter doubles the cation exchange capacity of tropical soil under no-till farming in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 9, p. 3595–3602, 2018.

RAUBER, M. J. **Estimativa da retenção e disponibilidade de água para os solos do Rio Grande do Sul**. 3 dez. 2019.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. p. 86, 2007.

REINERT, D. J. *et al.* Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 5, p. 1805–1816, out. 2008.

REIS, D. A. *et al.* Grau de dispersão, biomassa microbiana e carbono orgânico de um latossolo cultivado com soja sob plantio convencional e direto no cerrado (savana) do oeste da Bahia, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 363–375, 20 jun. 2019.

RIBEIRO, D. O. *et al.* Atributos físicos e fertilidade de um latossolo submetido a aplicações sucessivas de cama de peru em pastejo rotacionado. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 5, p. 11–23, 3 out. 2019.

RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011a.

RICCE, W.; ALVES, S. J.; PRETE, C. E. C. Época de dessecação de pastagem de inverno e produtividade de grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1220–1225, out. 2011b.

ROCCA JARA, Q. *et al.* Compostos de esterco de galinha e de ovino melhoram a produtividade de plantas de cafeeiro sob um sistema de produção orgânica. **Arnaldoa**, v. 26, n. 2, p. 735–750, maio 2019.

RODRIGUES, G. A. *et al.* Oscilações da temperatura do solo em função de quantidades de palha e horários ao longo do dia. **Revista Interface Tecnológica**, v. 15, n. 1, p. 293–304, 30 jun. 2018.

ROSOLEM, C. A.; UNESP *et al.* Nitrogen immobilization by Congo grass roots impairs cotton initial growth. **Journal of Agricultural Science**, p. 126–136, 2012.

SALOMÃO, P. E. A. *et al.* A importância do sistema de plantio direto na palha para reestruturação do solo e restauração da matéria orgânica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 82, 2020.

SANTANA, J. *et al.* Caracterização física e química de solo em sistemas de manejo plantio direto e convencional. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, p. 22–42, 20 jun. 2018.

SANTOS, H. G. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

- SANTOS, J. B. *et al.* Época de dessecação anterior à semeadura sobre o desenvolvimento da aoja resistente ao glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 4, p. 869–875, dez. 2007.
- SECCO, D. *et al.* Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 58–64, fev. 2009.
- SEITZ, S. *et al.* Conservation tillage and organic farming reduce soil erosion. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 39, n. 1, p. 4, 18 dez. 2018.
- SILVA, G. C. **Produção de berinjela cultivada com cama de frango**. ago. 2019a.
- SILVA, N. F. *et al.* Cana-de-açúcar cultivada sob diferentes níveis de palhada. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 1, 6 abr. 2017.
- SILVA, V. R. **Atributos físicos e relações com matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo na região do cerrado**. 13 dez. 2019b.
- SOUZA, L. S. *et al.* Efeito alelopático de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sobre o crescimento inicial de sete espécies de plantas cultivadas. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 657–668, dez. 2006.
- SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S. Rendimento do feijoeiro influenciado por sistemas de manejo em um Latossolo Vermelho de cerrado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 29, n. 1, p. 121–126, 20 mar. 2007.
- SWIFT, R. S. Organic matter characterization. *In*: **Methods of Soil Analysis**. [s.l.] John Wiley & Sons, 1996. p. 1011–1069.
- TAMAGNO, S. *et al.* Interplay between nitrogen fertilizer and biological nitrogen fixation in soybean: implications on seed yield and biomass allocation. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 17502, 30 nov. 2018.
- TAN, X. *et al.* Differences in the response of soil dehydrogenase activity to Cd contamination are determined by the different substrates used for its determination. **Chemosphere**, v. 169, p. 324–332, fev. 2017.
- VAN OS, G. J.; VAN GINKEL, J. H. Suppression of Pythium root rot in bulbous Iris in relation to biomass and activity of the soil microflora. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 33, n. 11, p. 1447–1454, 1 set. 2001.
- VAN RAIJ, B. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. p. 88, [s.d.].
- VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 213–223, fev. 2011.
- WU, L. *et al.* Soil organic matter priming and carbon balance after straw addition is regulated by long-term fertilization. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 135, p. 383–391, 1 ago. 2019.

ZHAO, J. *et al.* Effects of organic–inorganic compound fertilizer with reduced chemical fertilizer application on crop yields, soil biological activity and bacterial community structure in a rice–wheat cropping system. **Applied Soil Ecology**, v. 99, p. 1–12, 1 mar. 2016.