

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOSSISTEMAS

DAIANE CRISTINA ZANELATO

**EFEITO DE BIOESTIMULADOR DO SOLO E ADUBAÇÃO MINERAL SOBRE
ATRIBUTOS EDÁFICOS E PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ANUAIS**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

DOIS VIZINHOS

2019

DAIANE CRISTINA ZANELATO

**EFEITO DE BIOESTIMULADOR DO SOLO E ADUBAÇÃO MINERAL SOBRE
ATRIBUTOS EDÁFICOS E PRODUTIVIDADE DE CULTURAS ANUAIS**

**Effect of soil biostimulator and mineral fertilization on edaphic attributes and
yield of annual crops**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientadora: Prof. Dr. Elisandra Pocojeski

Co-orientadora: Prof. Dr. Dinéia Tessaro

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Casali

DOIS VIZINHOS

2019



Esta licença permite o download e o compartilhamento da obra desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-la ou utilizá-la para fins comerciais.

Z28e Zanellato, Daiane Cristina.
Efeito de bioestimulador do solo e adubação mineral sobre atributos edáficos e produtividade de culturas anuais. / Daiane Cristina Zanellato – Dois Vizinhos, 2019.
50 f.:il.

Orientadora: Prof^o Dr. Elisandra Pocojeski.

Coorientador: Prof^o Dr. Carlos Alberto Casali.

Coorientadora: Prof^a Dr^a. Dinéia Tessaro.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Dois Vizinhos, 2019.

Bibliografia p.43-49.

1. Micro-organismos do solo. 2. Biologia do solo. 3. Fertilidade do solo . I. Pocojeski, Elisandra, orient. II. Casali, Carlos Alberto, coorient. III. Tessaro, Dinéia, coorient. IV. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos.

Ficha catalográfica elaborada por Keli Rodrigues do Amaral Benin CRB: 9/1559

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por ter proporcionado mais esta etapa, pela força e persistência para conclusão desta caminhada.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, pela oportunidade de expandir os conhecimentos através do curso de Mestrado.

Aos meus pais, Sergio e Silvania, pela dedicação, incentivo, amor, e contribuição para este aprendizado.

Meu namorado Marcelo, que dividiu comigo as angustias e alegrias desta trajetória e da construção deste trabalho, sempre apoiando e me fortalecendo.

A professora Elisandra responsável pela orientação deste trabalho, pelos ensinamentos e sugestões. Em especial ao professor Carlos A. Casali, pela também co-orientação na elaboração deste trabalho de maneira completa, desde a construção até a finalização, este que nunca mediu esforços para ajudar e ensinar até chegar a conclusão. A minha co-orientadora Dinéia pela ajuda sempre que preciso.

Aos todos os colegas do Grupo de Pesquisa em Ciência do Solo, em especial a “Turminha de Solos” orientados pelo professor Carlos Alberto Casali, por toda a ajuda durante a execução e elaboração do trabalho, muito Obrigada a todos! Sem vocês eu não teria chegado até aqui.

A todos os Professores do Curso Mestrado em Agroecossistemas pelo conhecimento e troca de experiências durante as aulas.

Aos colegas de turma pela convivência, ajuda e companheirismo. Em especial a Barbara e Mycheli.

Aos familiares, amigos e a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA

RESUMO

ZANELATO, Daiane Cristina. **Efeito de bioestimulador do solo e adubação mineral sobre atributos edáficos e produtividade de culturas anuais**. 2018. 49p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

Na busca de formas mais eficientes de manejar a fertilidade do solo, surgiram no mercado insumos agrícolas que afirmam apresentar características técnicas e agronômicas que condicionam benefícios às propriedades biológicas, físicas e químicas dos solos. Contudo, os mecanismos de funcionamento desses insumos, não são totalmente compreendidos. Neste sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar o uso de bioestimulador do solo microgeo® associado à adubação mineral com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em culturas anuais. O experimento foi implantado em maio de 2015 na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos utilizados consistiram de doses do bioestimulador associado com fertilizante mineral solúvel com NPK conforme teor de nutrientes no solo e assim definidos: tratamento T0 = 0% de bioestimulador e 0% de NPK; T1 = 100% de bioestimulador e 0% de NPK; T2 = 0% de bioestimulador e 100% de NPK; T3 = 50% de bioestimulador e 100% de NPK; T4 = 100% de bioestimulador e 100% de NPK; e T5 = 150% de bioestimulador e 100% de NPK. As culturas avaliadas foram soja (2015/2016) feijão (2016) e milho (2016/2017), sendo analisados os parâmetros microbiológicos e químicos no solo, teor de nutrientes no tecido vegetal das culturas e a produtividade de grãos das mesmas. Realizou-se a análise de variância (ANOVA) e quando significativo utilizou-se o teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Conclui-se que o uso do bioestimulador do solo, neste trabalho e para as condições deste, não influenciou nos parâmetros microbiológicos e químicos do solo e na produtividade das culturas anuais. A adubação mineral é fundamental para a manutenção da produtividade de culturas anuais mesmo em solos com adequada disponibilidade de P, K e teores de orgânica elevados.

Palavras-chave: microgeo®, fertilidade, microbiologia do solo.

ABSTRACT

ZANELATO, Daiane Cristina. **Effect of soil biostimulator and mineral fertilization on edaphic attributes and yield of annual crops.** 2018.49p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

In the search for more efficient ways to manage soil fertility, agricultural inputs have appeared on the market claiming to present technical and agronomic characteristics that result in benefits to biological, physical and chemical properties of soils. However, the mechanisms of operation of these inputs are not fully understood. In this sense, the objective of this work was to evaluate the use of Microgeo® soil biostimulator associated with mineral fertilization with nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K) in annual crops. The experiment was implemented in May 2015 at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). The experimental design was randomized blocks with four replicates. The treatments used consisted of doses of the biostimulator associated with soluble mineral fertilizer with NPK according to nutrient content in the soil and thus defined: treatment T0 = 0% of biostimulator and 0% of NPK; T1 = 100% biostimulator and 0% NPK; T2 = 0% biostimulator and 100% NPK; T3 = 50% biostimulator and 100% NPK; T4 = 100% biostimulator and 100% NPK; and T5 = 150% biostimulator and 100% NPK. The evaluated crops were soybean (2015/2016) beans (2016) and maize (2016/2017), being analyzed the microbiological and chemical parameters in the soil, nutrient content in the plant tissue of the crops and the yield of the same. The analysis of variance (ANOVA) was performed and, when significant, the Scott Knott test was used, at 5% probability. It is concluded that the use of the soil biostimulator in this work and its conditions did not influence the microbiological and chemical parameters of the soil and the productivity of the annual crops. Mineral fertilization is essential for the maintenance of yield of annual crops even in soils with adequate availability of P, K and high levels of organic matter.

Keywords: microgeo®, fertility, soil microbiology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1:** a) Localização do experimento na área de Culturas anuais da UTFPR-DV. b) instalação do experimento delimitado pela estrada e pela curva de nível..... 18
- Figura 2:** Aplicação com bomba costal do bioestimulador do solo, sob a cultura da soja 19
- Figura 3:** Cultura da soja sob uso de bioestimulador associado à adubação mineral..... 20
- Figura 4:** Cultura do feijão sob uso de bioestimulador associado à adubação mineral..... 22
- Figura 5:** Coleta de folhas da cultura do milho, sob uso de bioestimulador associado a adubação mineral..... 23
- Figura 6:** a) Avaliação da respirometria, etapa de incubação das amostras de solo conforme os tratamentos com uso de bioestimulador do solo associado a adubação mineral. b) etapa de titulação das amostras..... 24
- Figura 7:** a) Abertura da trincheira utilizando pá de corte para coleta de solo conforme os tratamentos. b) delimitação das camadas de solo 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm..... 25

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Carbono (Cmic) e Nitrogênio (Nmic) microbiano do solo com uso de bioestimulador do solo e fertilização mineral de NPK na cultura do milho. Dois Vizinhos, 2018..... 26
- Tabela 2:** Respirometria do solo com uso de bioestimulador do solo e fertilização mineral de NPK na cultura da soja e milho, após 15 e 30 dias de incubação. Dois Vizinhos, 2018..... 27
- Tabela 3:** Fósforo disponível no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 28
- Tabela 4:** Potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 30
- Tabela 5:** Cálcio trocável no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 32
- Tabela 6:** Magnésio trocável no solo, nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 33
- Tabela 7:** Determinação da matéria orgânica do solo, nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 34
- Tabela 8:** pH-H₂O e índice SMP do solo, para as camadas de 0-5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 36
- Tabela 9:** Teores de tecido vegetal com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja e milho. Dois Vizinhos, 2018..... 38
- Tabela 10:** Componentes de rendimento e produtividade: número de nódulos (NN) número de vagens por planta (NVP), massa de 1000 grãos (MMG), altura de plantas (AP), massa da matéria seca de parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, Dois Vizinhos, 2018..... 39
- Tabela 11:** Componentes de rendimento e produtividade: número de vagens por planta (NVP), grãos por vagem (GV), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PRDO), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura do feijão, Dois Vizinhos, 2018..... 40

Tabela 12: Componentes de rendimento e produtividade: fileiras por espiga (F/E), grãos por fileiras (G/F), grãos por espiga (G/E), altura de plantas, (AP), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura do milho, Dois Vizinhos, 2018..... 41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	12
3.1 FERTILIDADE DO SOLO	12
3.2 ATIVIDADE BIOLÓGICA E A FERTILIDADE DO SOLO.....	13
3.3 BIOESTIMULADOR DO SOLO	15
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1 HISTÓRICO DA ÁREA	18
4.2 IMPLANTAÇÃO DAS CULTURAS E PARÂMETROS AVALIADOS.....	20
4.2.1 Soja	20
4.2.2 Feijão	21
4.2.3 Milho.....	22
4.3 COLETAS E ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SOLO.....	24
4.4 COLETAS E ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO	24
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5.1 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO	26
5.2 PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO	28
5.2.1 Disponibilidade de nutrientes e teor matéria orgânica do solo	28
5.2.2 Acidez do solo	35
5.3 NUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR	37
5.4 PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS ANUAIS	38

5.4.1 Componentes de rendimento e produtividade da cultura da soja	38
5.4.2 Componentes de rendimento e produtividade da cultura do feijão	40
5.4.3 Componentes de rendimento e produtividade da cultura do milho	41
CONCLUSÕES	43

1 INTRODUÇÃO

Um solo fértil tem a capacidade de fornecer as plantas nutrientes essenciais nas quantidades e proporções adequadas para seu desenvolvimento (BISSANI et al., 2007). As quantidades existentes naturalmente nos solos de nutrientes são resultado do acúmulo ao longo de centenas de anos e se originaram fundamentalmente da intemperização dos minerais primários e secundários e em menor nível, da decomposição da matéria orgânica (ERNANI, 2008).

Contudo, esses nutrientes podem ser perdidos pelos processos de erosão do solo, lixiviação e também pela exportação das culturas, ocasionando a sua deficiência. A correção das deficiências de um ou mais nutrientes, pode ser feita pela utilização de fertilizantes orgânicos ou inorgânicos e corretivos de acidez do solo (BISSANI et al., 2007). Porém, é necessário que estes fertilizantes tenham seu uso de maneira adequada e eficiente, pois, a correção da acidez do solo e a adubação mineral, sobretudo com nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), representam a maior parcela (30%) dos custos variáveis das lavouras no país (ASSIS et al., 2014).

Para alcançar um sistema eficiente de produção agrícola, o manejo da fertilidade do solo deve estar aliado a estratégias que visem à melhoria da qualidade do solo e não apenas ao aumento do seu teor de nutrientes. Um exemplo é o Sistema Plantio Direto (SPD), que preconiza o mínimo revolvimento apenas na linha de semeadura (RHEINHEIMER; ANGHINONI, 2001) e os resíduos vegetais se mantêm na superfície do solo, estimulando as populações de biologia do solo, colaborando para a melhoria quantitativa e qualitativa da matéria orgânica e conseqüentemente nas características químicas e físicas do solo (SILVA; MENDONÇA, 2007).

À medida que o conhecimento do SPD se amplia, verifica-se que o uso de indicadores químicos isolados não permite melhor caracterização dos solos, sendo necessário utilizar um conjunto de indicadores da qualidade através de outros atributos, como os biológicos (CARNEIRO et al., 2009). Devido à capacidade de responder rapidamente às mudanças no solo e o fato da atividade microbiana do solo refletir a influência conjunta dos fatores responsáveis pela degradação da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, os microrganismos e processos

microbiológicos tem sido utilizados como indicadores sensíveis da qualidade do solo (SANTOS; MAIA, 2013).

Desse modo, a ecologia dos microrganismos do solo e o estudo das suas interações com plantas, sua participação na funcionalidade dos ecossistemas, e a sua dinâmica e produtividade, são áreas de grande importância no nível da sustentabilidade dos solos (CASTRO; FARELEIRA, 2017). Em razão da importância dos atributos biológicos para os processos que ocorrem no solo, verifica-se que estudos a respeito da quantidade e atividade microbiana podem fornecer subsídios para o melhor uso do solo (D'ANDREA et al., 2002).

Neste sentido, empresas têm lançado no mercado produtos que visam promover à reestruturação do solo através do estímulo a biologia, como o bioestimulador do solo, que é um componente adicionado a esterco ou conteúdo ruminal bovino e água, gerando um biofertilizante líquido. Segundo Medeiros et al. (2003) a produção de biofertilizantes líquidos provenientes de resíduos da agricultura e da indústria e modificados por microorganismos originarão substratos úteis como fertilizantes do solo. Uma das principais características do biofertilizante é a presença de organismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (BETIOL et al., 1998).

Em estudo realizado por Biserra et al. (2017) a substituição total ou parcial da adubação química por biofertilizante foi promissor no desenvolvimento do capim-piatã. Borchatt et al. (2011) avaliaram a eficiência do esterco bovino na adubação da cultura da batata e concluíram que a adubação com esterco bovino suplementada com NPK mostrou-se eficiente por aumentar a produtividade total e comercial e o peso de tubérculos por planta, sendo alternativa de adubação para a cultura.

Contudo, os mecanismos de funcionamento desses insumos ainda não são totalmente compreendidos, necessitando pesquisas que comprovem a sua eficácia. Assim, é necessária a promoção de manejos alternativos de agricultura ou a implementação de técnicas dentro dos sistemas já existentes, no sentido de garantir a viabilidade agrícola sob seus diversos aspectos (MEDEIROS; LOPES, 2006) integrando diferentes técnicas de manejo do solo. A adubação biológica vem somar-se a estas tecnologias como mais uma ferramenta de sustentabilidade agrícola com o conhecimento da microbiologia e do microbioma dos solos como suporte ao desenvolvimento e à aplicabilidade dessas tecnologias (D'ANDRÉA, 2017).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do bioestimulador do solo associado à adubação mineral com NPK sobre os parâmetros químicos e microbiológicos do solo e na produtividade de culturas anuais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência do bioestimulador e sua associação com adubação mineral com NPK nos atributos químicos do solo: fósforo, potássio, matéria orgânica, cálcio, magnésio, alumínio, pH H₂O e em índice SMP;
- Avaliar a influência do bioestimulador e sua associação com fertilizante NPK em parâmetros microbiológicos do solo: carbono e nitrogênio microbianos e respirometria;
- Analisar o efeito do bioestimulador e sua associação com fertilizante NPK no teor de nutrientes N, P e K no tecido das culturas anuais;
- Avaliar o efeito do bioestimulador e sua associação com fertilizante NPK na produtividade de grãos da cultura da soja, feijão e milho.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 FERTILIDADE DO SOLO

Os solos brasileiros são geralmente muito intemperizados, ácidos e de baixa disponibilidade de nutrientes, principalmente o fósforo (P), sendo necessário o uso de fertilizantes e corretivos para possibilitar o crescimento adequado da maioria das plantas cultivadas (BISSANI et al., 2008). A melhoria da fertilidade do solo é a primeira condição de qualquer sistema permanente de agricultura, em que a exportação de nutrientes pelas colheitas provoca a perda contínua da fertilidade, sendo necessário a sua constante recuperação através da adubação e do manejo do solo (HOWARD, 2007).

Quando a fase sólida (matéria orgânica + minerais) não consegue transferir para a solução do solo quantidades adequadas de um nutriente, torna-se necessário sua aplicação através de fontes como os fertilizantes, que contém o elemento que está em deficiência (FAQUIN, 2005). Também, a associação de alguns microrganismos com determinadas espécies de plantas como, por exemplo, as leguminosas tem grande auxílio no fornecimento de N para o solo e em muitas situações, é capaz de suprir a necessidade integral deste nutriente para as culturas, como a soja (ERNANI, 2008).

Em função disto, fertilizantes minerais ou orgânicos são utilizados na agricultura como fornecedores de nutrientes para as plantas e desempenham um papel fundamental na produção agrícola (CANTARELA; SOARES, 2011), porém, devido ao seu custo elevado, tais insumos devem ser bem utilizados, visando maior eficiência (BISSANI et al., 2008). Segundo Camargo (2012), os fertilizantes podem ser minerais, orgânicos ou organominerais, sendo os últimos uma mistura entre os anteriores, os fertilizantes minerais são constituídos de compostos inorgânicos, sendo os mais usados na agricultura devido a maior concentração de nutrientes, já os fertilizantes orgânicos, por sua vez, são compostos de materiais orgânicos oriundos de matérias primas industrial, urbana ou rural e vegetal ou animal.

A fertilidade do solo está centrada na eficiência com que as plantas adquirem e utilizam os nutrientes essenciais e depende do sincronismo entre a capacidade do solo em fornecê-los em quantidades e taxas suficientes e da habilidade que as

plantas possuem em absorvê-los (KAMINSKI; RHEINHEIMER 2000). Plantas que receberam nutrientes na quantidade adequada apresentam maior crescimento e um sistema radicular mais vigoroso, promovendo uma maior agregação das partículas do solo, ademais, maior quantidade de raízes e resíduos vegetais que voltam ao solo, aumentam a matéria orgânica, melhoram a aeração do solo e as taxas de infiltração de água e a erosão, é reduzida, evitando o assoreamento dos rios e os prejuízos ambientais decorrentes (CAMARGO, 2012).

Desta maneira, é essencial compreender os princípios dos fertilizantes e sua ação nos fatores ligados a manutenção e recuperação da produção agrícola e do manejo do solo (LOPES; GUILHERME, 2007), pois, a chave para maximizar o potencial produtivo dos solos é explorar os efeitos benéficos diretos e indiretos dos fertilizantes, além de minimizar os efeitos ambientais potencialmente prejudiciais (ROBERTS; RYAN, 2015). O caminho para uma agricultura moderna se fará necessário com uso de fertilizantes mais eficientes, balanceados e menos agressivos ao meio ambiente (BELTRAME, 2010). Assim, estudos que busquem elucidar as questões relacionadas a fertilidade do solo são de extrema importância, para que o manejo tão necessário para o desenvolvimento das culturas esteja em constante avanço de ideias e de tecnologias.

3.2 ATIVIDADE BIOLÓGICA E A FERTILIDADE DO SOLO

O atual enfoque da fertilidade do solo pode ser definido como sistêmico e ecológico, onde enfatiza-se o funcionamento do solo e seus impactos ambientais decorrentes do manejo da fertilidade do solo (AMADO, 2011). Segundo Silva et al. (2013) as características biológicas do solo, juntamente com as propriedades químicas e físicas, interferem ativamente na produtividade e qualidade de produtos agropecuários e dentro das propriedades biológicas do solo, um dos principais fatores é a atividade microbiana, principalmente de fungos e bactérias.

O solo é o maior reservatório de microrganismos do planeta, sendo que em um hectare de solo arável poderá conter até 4 toneladas de microrganismos (CASTRO; FARALEIRA, 2017). Eles promovem a regulação do ciclo dos principais nutrientes, visto que são os responsáveis pela decomposição dos materiais orgânicos, imobilização, mineralização e transformação de compostos, promovendo

a liberação de CO₂ para a atmosfera, liberação e transformação de nutrientes no solo (MACHADO et al., 2012). A maior atividade destes microrganismos é junto das raízes das plantas, onde formam interações que condicionam a sua atividade e desenvolvem um ambiente único e dinâmico conhecido como rizosfera, por isso, os microrganismos têm um papel fundamental na manutenção dos solos, realizando processos chave que mantêm a estrutura e fertilidade do solo (CASTRO; FARALEIRA, 2017).

Considerando que a maior atividade biológica ocorre na camada superficial do solo, a remoção da cobertura vegetal deste devido ao manejo inadequado, repercute rapidamente na biomassa microbiana do solo (ARAÚJO, 2016). Um solo sob SPD proporciona um aporte de matéria orgânica na camada superficial, provocando alterações na dinâmica de nutrientes, contudo, tanto a quantidade como a qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos provocam alterações na composição da comunidade microbiana influenciando a sua taxa de decomposição (MERCANTE, 2001). Portanto, sistemas agrícolas que visem à maximização dos processos biológicos como alternativa para a sustentabilidade e qualidade ambiental, deve considerar o papel essencial da biodiversidade como indicador da qualidade do solo (MOREIRA, 2009).

Hungria et al. (2009) observaram que em solos com diferentes tipos de manejo a atividade microbiana esteve ligada a deposição de material orgânico. Dadalto et al. (2015) verificaram que o plantio direto apresentou maiores índices de carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo, na faixa de 0,0 - 0,10 m de profundidade e também foi o sistema que apresentou menor interferência da atividade microbiológica do solo, comparado com o cultivo convencional e o cultivo mínimo, assim como Matias et al. (2009) observaram que a adoção do SPD aumentou a biomassa microbiana, C orgânico, N total e estoques de C do solo, indicando melhoria na qualidade do solo.

Neste sentido, os sistemas de manejo do solo atuam diretamente na persistência dos resíduos no solo, no tamanho da biomassa microbiana e conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas (MERCANTE, 2001). Sistemas agrícolas mais estáveis como o SPD, permitem o estabelecimento das hifas e de bactérias, não apenas pela menor perturbação do ambiente, mas também pelo maior aporte de matéria orgânica, substrato importante para o crescimento e

atividade microbiana (MOREIRA, 2009). Portanto, a manutenção ou o incremento dos teores de matéria orgânica do solo é fundamental para estimular a atividade biológica necessária para a ciclagem de nutrientes e redução do impacto ambiental (AMADO, 2011).

Deste modo, nos últimos anos, tem sido atribuída maior importância aos processos biológicos que envolvem os microrganismos do solo, permitindo, assim, a entrada de nutrientes como o nitrogênio e o melhor aproveitamento de fontes de P, levando, por um lado, à redução das necessidades de fertilizantes nas culturas e destacando o uso de biofertilizantes, além, da diminuição das perdas de nutrientes por lixiviação ou volatilização (CASTRO; FALAREIRA, 2017).

3.3 BIOESTIMULADOR DO SOLO

Em busca de alternativas de manejo do solo que visem à melhoria da sua fertilidade e, conseqüentemente, do aumento da produtividade das culturas, novas técnicas e produtos estão disponíveis no mercado. Algumas dessas alternativas são o uso de inoculantes, biofertilizantes e de bioativadores/bioestimuladores do solo.

O uso de bioativadores de solo e inoculantes tem grande importância na redução de custo de produção favorecendo um incremento de produtividade e a preservação do meio ambiente (SECCO et al., 2017). Os bioativadores buscam estimular a biologia do solo por meio do aumento na quantidade de microrganismos presentes naturalmente, elevando a ciclagem de nutrientes, a área de solo explorada e o controle biológico de patógenos, beneficiando assim a cultura (TOZETTO et al., 2017).

O estímulo à atividade microbiana traz conseqüências positivas para o solo, como melhoria de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos, refletindo na produtividade das culturas anuais. A adubação biológica ajuda a trazer de volta ao solo microrganismos que promovem a porosidade e a reestruturação da terra e o resultado leva as plantas a terem maior enraizamento e capacidade de retenção de água no solo, com conseqüente aumento na produtividade, reestabelecendo assim a diversidade e o equilíbrio biológico do solo promovendo benefícios multifuncionais à lavoura (D'ANDRÉA, 2017).

Devido ao aumento dos custos da adubação mineral, o agricultor passou a ter uma nova visão sobre a adubação orgânica, dando importância à utilização de esterco, que geralmente são descartados na propriedade, passando a fazer uso desse material como agente modificador das condições físicas e químicas do solo e elevando o nível de fertilidade (SOUTO et al., 2005). Visando diminuir essa dependência e otimizar a utilização de fertilizantes, o país deve atentar para alternativas de fertilização dos solos, visto que, em muitas regiões há a possibilidade de aproveitamento destes resíduos, fornecendo uma opção interessante quando bem utilizados.

Nesse caminho, muitas empresas têm desenvolvido diferentes propostas, partindo das matérias orgânicas e indo de encontro a uma alternativa biológica (FILHO, 2010). Um exemplo é o bioestimulador do solo microgeo® que é formado pela incorporação de esterco bovino, composto de adubo biológico e água. O processo é realizado através da Compostagem Líquida Contínua (CLC®) destes três componentes, por um determinado período, o que garante a multiplicação da diversidade de microrganismos através da fermentação contínua (MICROGEO, 2018).

O uso do bioestimulador do solo microgeo® associado à dosagens P_2O_5 proporcionou um incremento nos teores de P na cultura do café (Garcia et al., 2015). Souza et al. (2013) avaliaram a produtividade do cafeeiro implantado nos sistemas de plantio em cova, plantio de cultivo mínimo e plantio convencional, associados ao uso ou não do microgeo® e observaram que o sistema de implantação em covas obteve maior produtividade, entretanto, não foi observado diferenças significativas quando utilizado o bioestimulador, já Franco (2009) encontrou acréscimo significativo com o uso do microgeo® na produtividade de cana de açúcar.

O maior desafio em torno dos bioativadores/bioestimuladores do solo se refere a sua ação, pois, os mecanismos de funcionamento desses insumos e sua atuação na atividade microbiana e nos parâmetros químicos, físicos do solo ainda não são plenamente compreendidos, requerendo mais estudos a respeito. Portanto, realizar estudos que esclareçam o efeito de novos insumos que procuram estimular a atividade microbiana e otimizar o uso dos nutrientes existentes no solo são de extrema importância, trilhando um caminho na busca por práticas agrícolas que minimizem o uso de fertilizantes e os problemas econômicos e ambientais inerentes

à essa prática. Assim, auxiliando também na demanda por pesquisas que avaliem a viabilidade técnica e econômica dessa alternativa (PEREIRA et al., 2013).

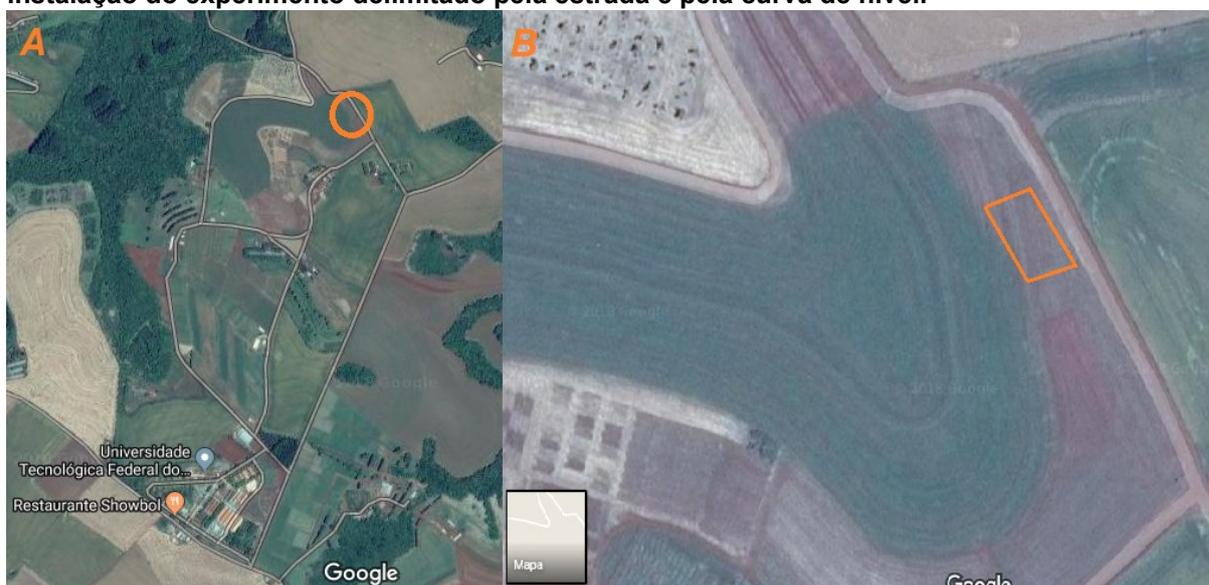
4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 HISTÓRICO DA ÁREA

O experimento foi instalado na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) (Figura 1a), com coordenadas geográficas 25°41'27.0"S e 53°05'33.9"W. Está situada em altitude média de 502 m, sob o clima predominante do tipo Cfa, (ALVARES, 2013) segundo a classificação de Köppen, sobre um Nitossolo Vermelho. Há pelo menos 20 anos a área é cultivada com culturas anuais, sendo que, atualmente, a área é manejada sob plantio direto.

Em maio de 2015 uma área de 576 m² foi dividida em 24 parcelas de 6 x 4 m, sob delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições (Figura 1b).

Figura 1- a) Localização do experimento na área de culturas anuais da UTFPR-DV. b) instalação do experimento delimitado pela estrada e pela curva de nível.



Fonte: a autora, 2018.

Os tratamentos consistiram em doses do bioestimulador microgeo® associado a doses de adubação mineral solúvel NPK recomendado para as culturas, conforme o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS RS/SC, 2004), ficando assim definidos: T0 = 0% de bioestimulador e 0% de NPK; T1 = 100% de bioestimulador e 0% de NPK; T2 = 0% de bioestimulador e 100% de NPK; T3 =

50% de bioestimulador e 100% de NPK; T4 = 100% de bioestimulador e 100% de NPK; e T5 = 150% de bioestimulador e 100% de NPK. A dose de bioestimulador utilizada foi de 150 L ha⁻¹.

O bioestimulador do solo utilizado foi produzido por produtores rurais e fornecido em forma de doação para realização do experimento. Os produtores seguiram todas as recomendações quanto ao preparo de forma correta. Segundo a empresa Microgeo® (2018), preconizasse a utilização de um tanque de PVC, fibra de vidro, metálico ou alvenaria, neste tanque é adicionado em razão do seu volume 15% de esterco bovino ou conteúdo ruminal, 5% do composto adubo biológico e após completar com água. Após, um filtro realiza a filtragem de partículas sólidas que ficam em suspensão. É necessário aguardar 15 dias para dar início ao uso deste composto denominado como bioestimulador do solo. A aplicação em todo o experimento foi realizada utilizando bomba costal que foi regulada conforme a dosagem necessária de cada tratamento utilizado (Figura 2).

Figura 2- Aplicação com bomba costal do bioestimulador do solo sob a cultura da soja.



Fonte: a autora, (2018).

As culturas implantadas nos anos e meses que decorreram o experimento foram as seguintes: trigo (maio/2015), soja (novembro/2015), feijão (março/2016),

aveia (maio/2016), milho (outubro/2016). Porém, destas culturas, apenas soja, feijão e milho são avaliadas neste estudo.

4.2 IMPLANTAÇÃO DAS CULTURAS E PARÂMETROS AVALIADOS

4.2.1 Soja

A cultura da soja, cultivar foi a 95R51 Pioneer®, foi implantada em novembro de 2015 (Figura 3) com espaçamento de 45 cm entrelinhas e 16 sementes por metro linear. As sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium*, com dosagem de 100 mL para cada 50 kg de sementes. Os tratamentos com a adubação foram realizados a lanço no momento da semeadura da cultura, com a formulação do fertilizante 02-18-18 e dose 450 kg ha⁻¹, totalizando 9 kg ha⁻¹ de N, 81 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 81 ha⁻¹ K₂O.

Para o bioestimulador, a aplicação sobre o solo foi realizada dez dias após a germinação das sementes, na dosagem de 150 L ha⁻¹ utilizando bomba costal.

Figura 3 - Cultura da soja sob uso de bioestimulador do solo associado a adubação mineral.



Fonte: a autora, 2018.

Durante o seu desenvolvimento foram realizados os manejos de plantas daninhas, pragas e doenças conforme recomendação técnica para a cultura. Foi aplicado o herbicida glifosato sal de potássio (Zapp QI) e Fluazifope-p-butil (Fusilade), para limpeza de plantas infestantes, destacando o uso inseticida com

lambda cialotrina + tiametoxam (engeo pleno) e Clorantranilipole + Lambda Cialotrina (Ampligo), e fungicida Azoxistrobina + Benzovindiflupir (Elatus) + macozebe com óleo mineral.

No pleno florescimento mediu-se a altura de 10 plantas de cada parcela, após, essas plantas foram coletadas e posteriormente secas em estufa a 65 °C e moídas em moinho tipo Willey e analisadas quanto ao teor de N, P e K no tecido, seguindo-se a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995). Também foi avaliada a massa da matéria seca da parte aérea da cultura (MSPA), coletando-se 2 linhas de 3 metros lineares na parcela, excluindo-se a bordadura. Essas amostras foram secas a 65 °C até peso constante.

Para avaliação do número de nódulos nas raízes foram colhidas 20 plantas, após 90 dias de ciclo, com auxílio de pás de corte onde retirou-se as raízes com excedente de solo para que não ocorresse perda das raízes e nódulos. Posteriormente, as raízes foram lavadas e os nódulos recolhidos para a contagem, sendo em seguida secos em estufa a 65 °C por 48 horas.

Realizou-se a avaliação dos componentes de rendimento de grãos da cultura, por meio da coleta de 20 plantas na área central das parcelas e avaliou-se o número de vagens e o peso de 1000 grãos. A estimativa da produtividade de grãos foi realizada pela colheita de 12 metros lineares na parcela central, eliminando as bordaduras, com correção da umidade para 13%.

4.2.2 Feijão

A semeadura da cultura do feijão foi realizada em março de 2016 com variedade do tipo carioca e espaçamento entre linhas de 45 cm e população de aproximadamente 220 mil plantas ha⁻¹ (Figura 4). A dose de bioestimulador de 150 L ha⁻¹ foi aplicado junto à semeadura da cultura e a adubação foi realizada logo após, sendo realizada a lanço, utilizando 350 kg ha⁻¹ com formulação do fertilizante 02-18-18, totalizando 7 kg ha⁻¹ de N, 63 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 81 kg ha⁻¹ K₂O. Aos 35 dias após emergência aplicou-se 151 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura.

Figura 4- Cultura do feijão sob uso de bioestimulador do solo associado à adubação mineral.



Fonte: a autora, (2018).

Durante o seu desenvolvimento foram realizados os manejos de plantas daninhas, pragas e doenças conforme recomendação técnica para a cultura. Destacando o uso de Fluazifope-p-butil (Fusilade), inseticida com lambda cialotrina + tiametoxam (Engeo pleno), e lambda cialotrina (Karate) e fungicida Hidróxido de fentina (Mertin) com óleo mineral.

Para os componentes de rendimento de grãos coletou-se 10 plantas por parcela e avaliou-se o número de vagens por planta e de grãos por vagem, peso de 1000 grãos e a produtividade de grãos foi estimada pela coleta e posterior pesagem de grãos em 8 metros lineares das linhas centrais nas parcelas, corrigindo-se a umidade para 13%.

4.2.3 Milho

Em outubro de 2016 foi implantada a cultura do milho híbrido Pioneer® 30F53, com 45 cm de espaçamento entre linhas e população de 63 mil plantas ha⁻¹. Foi aplicado junto a semeadura da cultura o bioestimulador na dosagem de 150 L ha⁻¹ e a adubação a lanço com 200 kg ha⁻¹ de Super Fosfato Triplo (SFT). Em cobertura foi aplicado 88 kg ha⁻¹ de ureia e 100 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio (KCl), totalizando em 40 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 60 kg ha⁻¹ de K₂O.

O manejo fitossanitário seguiu as orientações técnicas da cultura destacando o uso do herbicida glifosato sal de potássio (Zapp QI) e Mesotriona (Callisto),

inseticida com lambda cialotrina + tiametoxam (Engeo pleno) e Clorantranilipole + Lambda Cialotrina (Ampligo), fungicida Azoxistrobina + Ciproconazol (Priori Xtra) com óleo mineral.

No pendoamento da cultura, mediu-se a altura de 12 plantas por parcelas, em centímetros, com auxílio de fita métrica. Posteriormente as mesmas foram utilizadas para a avaliação de MSPA. As plantas foram coletadas inteiras e após realizou-se a secagem em estufa a 65 °C até peso constante.

Para coleta de tecido vegetal selecionou-se as folhas abaixo da espiga de 10 plantas por parcela, das quais foram retiradas a nervura central (Figura 5). Posteriormente, realizou-se a secagem em estufa a 65 °C e moagem em moinho tipo Willey. As amostras de tecido vegetal foram analisadas quanto ao teor de N, P e K segundo a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

No período de maturação fisiológica da cultura foram coletadas amostras formadas de 31 espigas, retiradas de cada parcela e, destas foram avaliados o número de fileiras, de grãos por fileiras e grãos por espiga, massa da matéria seca da parte aérea e altura de plantas. As 31 espigas foram debulhadas e o peso de grãos foi obtido, corrigindo-se a umidade para 13%, possibilitando estimar a produtividade da cultura.

Figura 5- Coleta de folhas da cultura do milho, sob uso de bioestimulador associado a adubação mineral.



Fonte: a autora, 2018.

4.3 COLETAS E ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DO SOLO

As coletas de solo para análises microbiológicas foram realizadas no período de pleno florescimento das culturas, coletando-se amostras de solo na camada de 0-5 cm. Após, elas foram encaminhadas para o laboratório de solos da UTFPR-DV e armazenadas a 4 °C para realização das análises.

Na cultura da soja e do milho foi mensurada a Respiração Microbiana (Figura 6a) pela metodologia descrita por Anderson (1982) após 15 e 30 dias de incubação (Figura 6b). As análises de Carbono e Nitrogênio microbianos foram realizadas seguindo-se metodologia da Embrapa (2007) para a cultura do milho.

Figura 6- a) Avaliação da respirometria, etapa de incubação das amostras de solo conforme os tratamentos com uso de bioestimulador do solo associado a adubação mineral. b) etapa de titulação das amostras.



Fonte: a autora, 2018.

4.4 COLETAS E ANÁLISES QUÍMICAS DO SOLO

As coletas de solo foram realizadas logo após a colheita de grãos de todas as culturas avaliadas e foram realizadas utilizando pá de corte (Figura 7a) e executadas na entrelinha da semeadura das culturas, nas camadas de 0-5, 5-10 e

10-20 cm (Figura 7b), coletando-se duas sub amostras, uma em cada lado da parcela, sendo posteriormente homogêneas para formarem uma amostra composta. Posteriormente, o solo foi seco ao ar, moído e peneirado em peneira de 2,0 mm e realizadas as análises no laboratório de solos da UTFPR-DV.

Foram realizadas as determinações de pH em água e índice SMP, teor de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e alumínio (Al) trocáveis, P e K disponíveis (extraídos por Mehlich-1) conforme metodologia de Tedesco et al. (1995) e matéria orgânica do solo segundo metodologia da Embrapa (1997).

Figura 7: a) Abertura da trincheira utilizando pá de corte para coleta de solo conforme os tratamentos. b) delimitação das camadas de solo 0 a 5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm.



Fonte: a autora, 2018.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e posteriormente realizados a análise da variância (ANOVA), sendo que, quando encontrados diferenças significativas foi aplicado o teste de Scott Knott a 5% de probabilidade através do software SASMI-Agri (ALTHAUS; CANTERI; GIGLIOTI, 2001; BELAN, CANTERI, AGROSTAT, 2001).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO

Na cultura do milho os teores de carbono microbiano do solo (Cmic) variaram de 6,2 até 15,7 mg kg⁻¹ e o nitrogênio microbiano (Nmic) de 60,0 até 87,5 mg kg⁻¹ (Tabela 1). Não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos, seja com o uso do microgeo® ou da adubação mineral. Paiva et al. (2007) observaram que a utilização de um biofertilizante puro apresentou maior valor de C mineralizado em comparação com o microgeo®.

Tabela 1- Carbono (Cmic) e Nitrogênio (Nmic) microbiano do solo com uso de bioestimulador do solo e fertilização mineral de NPK na cultura do milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Cmic	Nmic
Microgeo	NPK		
		----- mg kg ⁻¹ -----	
0%	0%	6,2 ^{ns}	76,0 ^{ns}
100%	0%	11,1	75,0
0%	100%	12,8	87,5
50%	100%	10,9	75,0
100%	100%	15,4	60,0
150%	100%	15,7	68,8
CV%		26,4	28,4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Costa et al. (2014) verificaram que o Cmic sofreu alterações significativas no manejo do solo com cama de aviário e adubação mineral. Já Silva et al. (2015) observaram que a aplicação dejetos de suínos em pastagem, não influenciou o C da biomassa e a respiração microbiana do solo.

Á área deste estudo está sob preparo do solo com SPD e devido ao menor revolvimento e perturbação do solo e dos resíduos vegetais, esta prática pode ter influência no Cmic e Nmic.

A atividade biológica está atrelada a quantidade de matéria orgânica do solo e mesmo os resultados apresentarem valores altos para a matéria orgânica, neste estudo (Tabela 7) não foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros biológicos. Portanto, nas condições deste estudo, o uso do microgeo®, mesmo contendo microrganismos em sua composição, não foi influenciou a atividade

microbiana do solo, tanto o Cmic e Nmic e a respirometria do solo (Tabela 2), assim como a adubação mineral também não teve efeito nesses parâmetros.

A respirometria do solo na cultura da soja variou de 75,7 até 97,5 mg C-CO₂ kg⁻¹ de solo após 15 dias de incubação e de 74,0 a 89,2 mg C-CO₂ kg⁻¹ de solo após 30 dias. No milho a variação foi de 29,0 a 42,0 mg C-CO₂ kg⁻¹ solo após 15 dias e de 18,4 até 28,0 mg C-CO₂ kg⁻¹ após 30 dias (Tabela 2).

Tabela 2- Respirometria do solo com uso de bioestimulador do solo e fertilização mineral de NPK na cultura da soja e milho, após 15 e 30 dias de incubação. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Soja		Milho	
Microgeo	NPK	15 dias	30 dias	15 dias	30 dias
----- mg C-CO ₂ kg ⁻¹ -----					
0%	0%	86,2 ^{ns}	74,0 ^{ns}	29,0 ^{ns}	19,3 ^{ns}
100%	0%	97,5	89,2	34,3	24,7
0%	100%	92,2	81,0	42,0	28,0
50%	100%	83,5	80,5	35,7	23,5
100%	100%	75,7	81,0	35,0	18,5
150%	100%	83,7	75,5	34,5	18,4
CV%		14,4	18,7	19,4	35,0

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

A respiração microbiana também pode ser influenciada pelo manejo empregado. O uso de fertilizante mineral aumentou a biomassa microbiana nos sistemas de cultivo em estudo realizado por Geisseler e Snow (2014,) enquanto Gu et al. (2009) observaram que a biomassa microbiana do solo foi maior no solo que recebeu adubação mineral mais esterco, do que no solo tratado apenas com adubação mineral. Zhao et al. (2016) observaram que a utilização combinada de fertilizantes orgânicos e inorgânicos melhorou a disponibilidade de nutrientes no solo, a biomassa microbiana solo e, em certa medida, promoveu a produtividade das culturas de arroz e trigo.

Tanto os índices de Cmic e Nmic, como a respiração microbiana são importantes para avaliar a qualidade do solo. Segundo Santos e Maia (2013) a interpretação dos resultados da avaliação da respiração microbiana torna-se difícil e desta maneira, deve ser realizada com cautela, onde a associação de outras medidas da atividade microbiológica do solo mostra-se necessária para obtenção de resultados mais completos sobre a real condição de cada sistema em estudo.

Enfatiza-se a necessidade da realização de mais estudos, pois, não foram encontrados muitos trabalhos na literatura utilizando o bioestimulador do solo nos parâmetros biológicos do solo.

5.2 PARÂMETROS QUÍMICOS DO SOLO

5.2.1 Disponibilidade de nutrientes e teor matéria orgânica do solo

Os teores de P disponíveis na camada de solo de 0-5 cm variaram de 13,6 a 22,1 mg L⁻¹ após a cultura da soja e de 4,4 até 15,0 mg L⁻¹ após o milho, sendo encontradas diferenças significativas na disponibilidade de P nessa camada de solo para ambas as culturas, com maior disponibilidade onde aplicou-se adubação com NPK, independente do uso do microgeo® (Tabela 3).

Tabela 3- Fósforo disponível no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas do solo		
Microgeo	NPK	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
----- mg L ⁻¹ -----				
----- soja -----				
0%	0%	13,6 b	10,5 ^{ns}	6,2 ^{ns}
100%	0%	12,8 b	9,9	5,0
0%	100%	22,1 a	9,7	7,1
50%	100%	21,1 a	16,7	6,0
100%	100%	21,4 a	10,0	5,9
150%	100%	18,3 a	10,1	5,8
CV%		18,2	13,1	9,2
----- feijão -----				
0%	0%	12,0 ^{ns}	8,1 ^{ns}	7,4 ^{ns}
100%	0%	10,0	8,3	8,0
0%	100%	16,4	8,4	8,1
50%	100%	15,0	10,1	7,8
100%	100%	17,5	8,4	7,5
150%	100%	14,4	8,1	7,8
CV%		9,9	19,4	9,2
----- milho -----				
0%	0%	6,2 b	2,7 ^{ns}	1,6 ^{ns}
100%	0%	4,4 b	1,9	1,6
0%	100%	12,6 a	6,7	1,6
50%	100%	15,0 a	2,4	2,0
100%	100%	12,7 a	3,7	2,0
150%	100%	14,5 a	3,6	2,0
CV%		17,1	37,4	28,2

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott

Já após a cultura do feijão, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Em estudo realizado por Pedó et al. (2016) para avaliar o efeito do microgeo® associado ou não a adubação mineral na cultura da soja, não encontraram diferenças para o P, assim como Bedin (2014) que usou diferentes doses do microgeo® e não encontrou efeito significativo para o P, também na cultura da soja. Já Garcia et al. (2015) estudaram o efeito do microgeo® na dinâmica do fósforo na cultura do café e verificaram que a presença deste, associado a doses de P_2O_5 , proporcionou incrementos nos teores de P no solo desde a sua primeira aplicação.

Para as camadas de solo de 5-10 cm e 10-20 cm não foram encontradas diferenças significativas independente do uso do microgeo® ou da adubação com NPK, seja após a cultura da soja, feijão ou milho. Isso demonstra, como o nutriente P adicionado via adubação concentra-se apenas nos primeiros 5 cm do solo. Entre as três camadas de solo amostradas houve decréscimo da quantidade de P conforme o aumento da profundidade. Isto acontece devido este ser considerado um nutriente de baixa mobilidade no solo (PEREIRA, 2009). De acordo com Rheinheimer e Anghinoni (2001) o sistema plantio direto devido à aplicação de fertilizantes sem incorporação tem aumentado a quantidade de P nas camadas superficiais.

Esperava-se que o uso de microgeo® por ser fonte de microrganismos, poderia influenciar na disponibilidade deste nutriente, seja no tecido microbiano ou pela mineralização deste elemento contido em compostos orgânicos. Porém, foi observado diferenças apenas nos tratamentos que continham a adubação mineral, que acaba por fornecer esse nutriente. Segundo Paulus et al. (2000) alguns tipos de organismos produzem ácidos a partir da decomposição dos resíduos orgânicos, auxiliando na solubilização do fósforo usado como adubo. Desta maneira, a realização de estudos em longo prazo utilizando o bioestimulador de maneira isolada ou associado com outras fontes, sejam orgânicas ou inorgânicas, ajudam a entender seu melhor funcionamento, pois, os resultados e trabalhos acima mencionados, demonstram diferentes resposta quanto ao uso deste insumo e sua influencia no P.

Os teores de K disponível no solo após a cultura da soja variaram 77,6 até 169,3 mg L⁻¹ na camada de 0-5 cm, de 41,5 a 164,3 mg L⁻¹ na camada de 5-10 cm e

de 10-20 cm a 17,0 a 83,0 mg L⁻¹. Na camada de 5-10 cm os tratamentos com 100% e 150% de microgeo® associados à adubação com NPK apresentaram os melhores resultados, enquanto na camada de 10-20 cm apenas o tratamento microgeo® com dose de 150% se diferenciou estaticamente dos demais (Tabela 4).

Após o cultivo do feijão, os teores de K alternaram de 100,1 a 292,0 mg kg⁻¹ na camada de 0-5 cm, de 50,0 a 165,0 mg kg⁻¹ na camada de 5-10 e de 40,4 a 96,0 mg kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 4). Nestas três camadas amostradas foram encontradas diferenças significativas, sendo maior onde aplicou-se adubação com NPK, independente do uso do microgeo®. Em comparação com o P, a interação do K com a argila são menores, facilitando a sua mobilidade no perfil do solo, por isso, este nutriente também apresentou diferença significativa nas camadas mais profundas nos tratamentos com uso de adubação mineral.

Tabela 4- Potássio disponível no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas do solo		
Microgeo	NPK	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
----- mg kg ⁻¹ -----				
----- soja -----				
0%	0%	77,6 ^{ns}	41,5 b	17,0 b
100%	0%	81,6	56,2 b	29,6 b
0%	100%	134,5	52,0 b	21,0 b
50%	100%	155,3	45,2 b	19,6 b
100%	100%	169,3	111,0 a	27,0 b
150%	100%	130,0	134,3 a	83,0 a
CV%		9,3	10,9	13,6
----- feijão -----				
0%	0%	100,1 b	50,0 b	40,4 b
100%	0%	115,0 b	61,0 b	52,7 b
0%	100%	193,8 a	113,1 a	70,1 a
50%	100%	212,4 a	157,0 a	96,0 a
100%	100%	292,0 a	165,0 a	78,1 a
150%	100%	212,6 a	132,2 a	64,4 a
CV%		17,2	11,7	6,9
----- milho -----				
0%	0%	130,3 ^{ns}	60,0 ^{ns}	63,7 ^{ns}
100%	0%	112,0	61,0	54,3
0%	100%	175,0	83,4	74,7
50%	100%	119,8	83,0	63,3
100%	100%	194,0	89,0	53,0
150%	100%	153,7	86,0	67,0
CV%		25,8	20,8	21,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Diferentemente deste estudo, Bellini et al. (2012) avaliaram o uso do microgeo® nas culturas da soja, arroz e milho e não encontraram diferenças para o K no solo em todas as culturas, assim como, em estudo realizado por Pedó et al. (2016) onde o microgeo® associado ou não a adubação mineral na cultura da soja também não apresentou diferenças. Já Bedin (2014) avaliou o uso de microgeo® na cultura da soja e encontrou efeito significativo sobre o K na camada de 0 a 5 cm.

No solo após cultivo com o milho, os teores de K (Tabela 4) variaram de 112,0 a 194,0 mg kg⁻¹ na camada de 0-5 cm, de 60,0 a 89 mg kg⁻¹ para 5-10 cm e de 10-20 cm de 63 a 74,7 mg kg⁻¹ e não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos com uso de microgeo® ou com adubação de NPK.

Os teores de cálcio (Ca) trocáveis no solo após a soja (Tabela 5) variaram de 9,4 a 10,6 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, de 7,3 a 8,5 Cmol_c dm³ para 5-10 cm e de 6,1 até 7,1 Cmol_c dm³ na camada de 10-20 cm. No solo após cultivo do feijão, os teores de Ca se alternaram entre 6,8 e 8,0 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, para 5-10 cm de 5,3 a 6,7 Cmol_c dm³ e de 7,5 a 10,7 Cmol_c dm³ para 10-20 cm. Já pós milho, os teores oscilaram de 10,1 até 10,7 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, de 8,7 a 9,3 Cmol_c dm³ para 5-10 cm e de 7,5 a 8,6 Cmol_c dm³ na camada de 10-20 cm (Tabela 5). Para este nutriente independente do uso de microgeo® ou de adubação mineral com NPK não foram encontradas diferenças significativas.

Corroborando os resultados, Pedó et al. (2016) avaliaram o efeito do microgeo® associado ou não a adubação mineral na cultura da soja e também não encontraram diferenças significativas para o Ca. Assim como Bellini et al. (2012) não observaram influencia do microgeo® nas culturas da soja, arroz e milho. Já Bedin (2014) avaliou o uso do microgeo® na cultura da soja e encontrou efeito significativo sobre o Ca.

Em estudo realizado por Silva et al. (2008) com objetivo de avaliar doses de adubação com esterco líquido de gado associado a adubação mineral em solo cultivado com culturas de inverno e de verão, não encontraram diferenças significativas da adubação mineral sobre o Ca trocável, já a adubação com esterco aumentou linearmente os teores de Ca apenas na camada de 0-5 cm.

Tabela 5- Cálculo trocável no solo nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas do solo		
Microgeo	NPK	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
----- Cmol _c dm ³ -----				
----- soja -----				
0%	0%	10,6 ^{ns}	8,3 ^{ns}	6,9 ^{ns}
100%	0%	10,2	8,5	6,1
0%	100%	9,8	8,5	6,3
50%	100%	9,4	7,3	7,1
100%	100%	9,8	7,7	6,6
150%	100%	9,6	8,1	6,5
CV%		13,2	13,4	8,6
----- feijão -----				
0%	0%	7,4 ^{ns}	6,3 ^{ns}	5,1 ^{ns}
100%	0%	6,8	5,3	4,9
0%	100%	7,7	5,7	5,0
50%	100%	7,6	6,7	6,0
100%	100%	7,3	6,7	5,8
150%	100%	8,0	6,1	5,6
CV%		12,6	15,3	12,3
----- milho -----				
0%	0%	10,7 ^{ns}	8,7 ^{ns}	7,5 ^{ns}
100%	0%	10,5	8,8	7,8
0%	100%	10,5	9,0	8,2
50%	100%	10,1	9,3	7,5
100%	100%	10,1	9,0	8,0
150%	100%	10,7	9,2	8,6
CV%		13,8	12,5	8,9

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Os teores trocáveis de magnésio (Mg) do solo após a cultura da soja variaram de 3,5 a 3,9 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, de 2,3 a 2,7 Cmol_c dm³ em 5-10 cm e de 2,3 a 2,7 Cmol_c dm³ para a camada de 10-20 (Tabela 6). Já após o cultivo do feijão, os teores alternaram entre 2,7 a 3,2 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, de 2,4 a 2,7 Cmol_c dm³ para a camada de 5-10 cm e de 2,4 a 2,7 e de 2,7 a 3,2 Cmol_c dm³ para 10-20 cm. Após o milho, a variação foi de 2,9 a 3,4 Cmol_c dm³ na camada de 0-5 cm, de 2,3 a 2,4 Cmol_c dm³ na camada de 5-10 cm e de 1,8 a 2,1 Cmol_c dm³ na camada de 10-20 cm (Tabela 6).

Para o Mg trocável do solo não foram encontradas diferenças significativas, independente do uso de microgeo® ou da adubação com NPK, em todas

ascamadas e culturas avaliadas. Corroborando com este resultado, Pedó et al. (2016) realizaram um estudo para avaliar o efeito do microgeo® associado ou não a adubação mineral na cultura da soja e também não encontraram diferenças significativas, diferentemente de Bedin (2014) que avaliou o uso de microgeo® na cultura da soja e encontrou efeito significativo sobre o Mg.

Tabela 6- Magnésio trocável no solo, nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas de solo		
Microgeo	NPK	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
		----- Cmol _c dm ³ -----		
----- soja -----				
0%	0%	3,9 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,6 ^{ns}
100%	0%	3,7	3,0	2,3
0%	100%	3,5	2,9	2,5
50%	100%	3,5	2,7	2,7
100%	100%	3,5	2,7	2,3
150%	100%	3,5	2,8	2,7
CV%		13,4	18,0	11,2
----- feijão -----				
0%	0%	3,1 ^{ns}	2,5 ^{ns}	2,5 ^{ns}
100%	0%	2,7	2,3	2,4
0%	100%	3,1	2,2	2,6
50%	100%	2,9	2,6	2,7
100%	100%	2,8	2,5	2,6
150%	100%	3,2	2,3	2,4
CV%		14,4	18,2	12,9
----- milho -----				
0%	0%	3,4 ^{ns}	2,4 ^{ns}	1,9 ^{ns}
100%	0%	3,2	2,4	2,0
0%	100%	2,9	2,4	2,0
50%	100%	3,1	2,3	2,0
100%	100%	2,9	2,3	1,8
150%	100%	3,0	2,4	2,1
CV%		17,4	15,0	12,5

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Mattos et al. (2015) verificaram incremento de Mg no solo a após aplicação de biofertilizante bovino, corroborando com Silva et al. (2008) que observaram um aumento linear significativo para o Mg, com o incremento de doses de esterco líquido de gado leiteiro até os 30 cm de profundidade, sendo os valores mais altos na camada de 0-5 cm, já o adubo mineral propiciou alterações no teor de Mg apenas em profundidades maiores a 30 cm. Os autores salienta que os efeitos da adubação mineral sobre o Mg devem ser indiretos, pois, este elemento não é encontrado nas formulações utilizadas no trabalho.

Após cultivo a soja, o teor de matéria orgânica no solo (MOS) (Tabela 7) variou de 4,1% a 4,8% na camada de 0-5 cm, de 2,7% a 3,2% na camada de 5-10 cm e de 2,0% até 2,3% na camada de 10-20 cm. Já após feijão, a camada de 0-5 cm alternou entre 5,0 e 5,5%, de 5-10 cm de 3,2% até 3,5% e de 2,9 e 3,0 na camada de 10-20 cm. Na cultura do milho a camada de solo de 0-5 cm a variação foi de 5,3% a 5,9%, de 3,0% até 4,0% para 5-10 cm e de 2,9 até 3,2% para 10-20 cm. Observa-se que conforme aumenta a profundidade de solo amostrada, a porcentagem de MOS diminui, pois, a maior concentração está na camada de 0-5 cm onde há depósito maior de palhada e material vegetal das culturas.

Independentemente do uso do microgeo® ou da adubação com NPK, não foram encontradas diferenças significativas para este atributo, em todas as camadas de solo e culturas avaliadas.

Tabela 7- Determinação da matéria orgânica do solo, nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas do solo		
Microgeo	NPK	0-5 cm	5-10 cm	10-20 cm
----- % -----				
----- soja -----				
0%	0%	4,2 ^{ns}	3,1 ^{ns}	2,0 ^{ns}
100%	0%	4,7	3,2	2,1
0%	100%	4,1	2,7	2,0
50%	100%	4,1	2,8	2,2
100%	100%	4,8	3,0	2,2
150%	100%	4,6	3,0	2,3
CV%		7,2	12,3	10,2
----- feijão -----				
0%	0%	5,3 ^{ns}	3,2 ^{ns}	2,9 ^{ns}
100%	0%	5,3	3,2	3,0
0%	100%	5,0	3,4	2,9
50%	100%	5,0	3,5	3,0
100%	100%	5,4	3,3	3,0
150%	100%	5,5	3,5	2,9
CV%		6,0	5,5	8,5
----- milho -----				
0%	0%	5,9 ^{ns}	4,0 ^{ns}	3,1 ^{ns}
100%	0%	5,6	3,0	3,0
0%	100%	5,7	3,2	3,0
50%	100%	5,6	3,7	2,9
100%	100%	5,7	3,7	3,2
150%	100%	5,3	3,8	3,2
CV%		6,2	13,5	5,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Assim como em estudo realizado por Pedó et al. (2016), que avaliaram o efeito do microgeo® associado a adubação mineral na cultura da soja, também não encontraram diferenças significativas para a MOS e os valores foram próximos ao deste estudo, que variou de 4,8% a 5,4%. Já Bellini et al. (2012) avaliaram a influência do microgeo® nas culturas da soja, arroz e milho e constataram a contribuição manutenção da MOS entre os cultivos, porém, não encontraram diferenças significativas entre as doses estudadas. Já Bedin (2014) avaliou o uso de microgeo® na cultura da soja e encontrou efeito significativo sobre a matéria orgânica.

Em estudo realizado por Scherer, Nesi e Massotti (2010) observou-se teor elevado de MOS na camada superficial do solo, tanto em áreas que receberam adubação com dejetos, como naquelas com adubação mineral, que possivelmente é resultado da adoção do SPD, onde ocorre a deposição dos restos culturais na superfície do solo. Portanto, como este estudo foi realizado em área sob SPD a aproximadamente 20 anos, o aporte de MOS foi elevado, devido a manutenção de cobertura de palhada sobre o solo.

Segundo Paulus et al. (2000) a matéria orgânica tem uma grande importância na manutenção da microvida, devido a não incorporação dos resíduos vegetais que são deixados na superfície do solo, através da técnica do plantio direto. Quando as taxas de adição de resíduos forem maiores que as taxas de decomposição, há um aumento nos estoques de MOS, favorecendo os processos de agregação do solo levando a estabilidade do sistema (MAZURANA et al., 2013). Outro fator que contribui, é a utilização de rotação de diferentes culturas no decorrer do experimento, contribuindo para esse aumento de MOS.

5.2.2 Acidez do solo

Em todas as camadas de solo e culturas estudadas, independente do uso de microgeo® e adubação mineral, não foi encontrado alumínio (Al) trocável no solo. Isso se deve ao pH-H₂O do solo que sempre se manteve acima de 5,5. Matos et al. (2015) avaliaram o uso de biofertilizante bovino e também não observaram efeito no teor de Al.

Para cultivo após a soja, na camada de 0-5 cm do solo o pH-H₂O variou de 6,0 a 6,2 e nas camadas de 5-10 cm e 10-20 cm a variação foi de 5,6 até 6,0. Para o índice SMP a variação foi 6,6 e 6,7 na camada de 0-5 cm, de 6,3 e 6,4 para 5-10 cm e de 6,2 e 6,3 para 10-20 cm (Tabela 8).

Tabela 8- pH-H₂O e índice SMP do solo, para as camadas de 0-5 cm, 5 a 10 cm e 10 a 20 cm, com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja, feijão e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		Camadas do solo					
Microgeo	NPK	0-5 cm		5-10 cm		10-20 cm	
		pH-H ₂ O	Índice SMP	pH-H ₂ O	Índice SMP	pH-H ₂ O	Índice SMP
----- soja -----							
0%	0%	6,0 ^{ns}	6,6 ^{ns}	6,0 ^{ns}	6,4 ^{ns}	5,9 ^{ns}	6,3 ^{ns}
100%	0%	6,2	6,7	6,0	6,3	6,0	6,3
0%	100%	6,2	6,6	5,6	6,3	5,9	6,2
50%	100%	6,0	6,6	6,0	6,4	5,7	6,2
100%	100%	6,2	6,6	5,6	6,3	5,8	6,2
150%	100%	6,1	6,6	5,8	6,4	5,6	6,3
CV%		4,1	2,2	4,8	2,0	3,9	1,8
----- feijão -----							
0%	0%	5,8 ^{ns}	6,0 ^{ns}	6,1 ^{ns}	6,4 ^{ns}	6,1 ^{ns}	6,4 ^{ns}
100%	0%	5,7	6,0	6,0	6,3	5,9	6,4
0%	100%	5,9	6,1	5,6	6,3	6,0	6,4
50%	100%	5,9	6,1	6,1	6,3	6,2	6,3
100%	100%	5,7	6,0	6,0	6,4	6,1	6,4
150%	100%	5,8	6,0	6,0	6,3	6,0	6,3
CV%		2,8	2,1	5,0	1,9	3,0	6,3
----- milho -----							
0%	0%	6,2 ^{ns}	6,3 ^{ns}	6,1 ^{ns}	6,3 ^{ns}	6,0 ^{ns}	6,5 ^{ns}
100%	0%	6,2	6,3	6,2	6,4	6,0	6,6
0%	100%	6,1	6,2	6,0	6,4	6,2	6,5
50%	100%	6,0	6,1	6,0	6,3	6,2	6,5
100%	100%	6,0	6,1	6,0	6,3	6,1	6,4
150%	100%	6,1	6,1	6,1	6,4	6,2	6,6
CV%		2,2	3,0	2,6	1,8	3,0	1,6

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Em estudo realizado por Bellini et al. (2012) para avaliar a influência do microgeo® sobre características químicas do solo no cultivo sequencial de arroz, milho e soja, houve diminuição dos valores de pH, porém sem diferenças significativas. Já Bedin (2014) encontrou efeito significativo do microgeo®, com elevação de pH na camada superficial do solo no primeiro ano de estudo, enquanto no segundo ano o resultado estendeu-se também a camada intermediária. Silva et al. (2008) verificaram que a adubação com esterco favoreceu o aumento do pH na

camada superficial do solo de 0–5 cm, enquanto a adubação mineral promoveu acidificação do solo até a profundidade de 10 cm.

Para a camada de solo de 0-5 cm, verifica-se maior acidificação que as demais na cultura da soja, devido à influência da manutenção da MOS. Após a sequência dos cultivos, as faixas de pH entre as culturas apresentam manutenção, devido ao efeito de liberação no decorrer do tempo do calcário aplicado.

Após o feijão (Tabela 8) o pH-H₂O do solo na camada de 0-5 cm variou de 5,7 até 5,9, já na camada de 5-10 cm foi de 5,6 a 6,0 e na camada de 10-20 cm de 5,9 a 6,2. O índice SMP na camada de 0-5 cm variou de 6,0 a 6,1 e na camada de 5-10 e 10-20 cm a variação foi de 6,3 até 6,4. Já após o milho o pH-H₂O do solo oscilou de 6,0 a 6,2 nas três camadas estudadas e o índice SMP alternou de 6,1 a 6,3 na camada de 0-5 cm, de 6,3 a 6,4 para 5-10 cm e de 6,4 a 6,6 para 10-20 cm. Independente do uso de microgeo® e se associado ou não a adubação mineral, não houve efeito significativo tanto sobre o pH-H₂O como no índice SMP.

Mesmo que os tratamentos não tiveram efeito significativo sobre o pH do solo neste estudo, evidencia-se que o tipo de manejo e a quantidade de acúmulo de resíduos orgânicos pode influenciar na acidificação do solo, principalmente nas camadas superficiais, demandando a realização de análise de solo para definir a necessidade da correção da acidez.

5.3 NUTRIENTES NO TECIDO FOLIAR

Os teores encontrados para o N no tecido foliar na cultura da soja variaram de 2,21% a 2,56% e para o P de 3,74 a 4,71 g kg⁻¹. Na cultura do milho os teores de N se alternaram de 1,72% a 2,49%, para o P de 3,69 a 4,12 g kg⁻¹ (Tabela 9). Independentemente do uso de microgeo® ou de adubação com NPK não foi observado o acúmulo destes nutrientes na área foliar, que pode ter ocorrido devido ao fornecimento adequado de N e P nos tratamentos.

Para o K do tecido vegetal os teores variaram de 26,0 até 32,2 e foram encontradas diferenças significativas para este nutriente, sendo maior onde aplicou-se adubação com NPK, independente do uso de microgeo® (Tabela 9). Vitti et al. (2004) avaliaram a aplicação de microgeo na cana de açúcar e não observaram

influencia deste no teor de nutrientes N, P e K. Mattos et al. (2015) não encontraram efeito para os teores foliares de N, P e K com diferentes doses do biofertilizante bovino.

Tabela 9- Teores de tecido vegetal com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja e milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		N ---- % ----	P ---- g kg ⁻¹ ---	K --- g kg ⁻¹ ---
Microgeo	NPK			
----- soja -----				
0%	0%	2,56 ^{ns}	4,23 ^{ns}	26,0 b
100%	0%	2,21	3,74	27,2 b
0%	100%	2,26	4,07	35,1 a
50%	100%	2,21	4,71	32,5 a
100%	100%	2,27	4,18	31,7 a
150%	100%	2,23	4,41	31,7 a
CV%		11,5	13,3	9,0
----- milho -----				
0%	0%	1,72 ^{ns}	3,84 ^{ns}	12,9 b
100%	0%	2,00	3,69	14,1 b
0%	100%	2,18	3,89	18,9 a
50%	100%	1,94	3,83	17,9 a
100%	100%	2,49	4,12	17,9 a
150%	100%	2,13	4,07	18,0 a
CV%		20,4	9,9	15,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott

Em estudo realizado por Kaminski et al. (2007) avaliando o acúmulo de K na parte aérea de plantas em diferentes cultivos foi observado aumento de K sempre quando houve aplicação na adubação. Isso ocorre devido às plantas, em geral, possuírem mais de um mecanismo de absorção de K, inclusive para teores mais altos no solo. Desta maneira, as plantas absorveram este nutriente em quantidades acima de sua necessidade metabólica. Santos et al. (2015) constataram que a adubação contendo NPK proporcionou maiores teores de K nas folhas dos cultivares de feijão, independentemente da dose utilizada.

5.4 PRODUTIVIDADE DAS CULTURAS ANUAIS

5.4.1 Componentes de rendimento e produtividade da cultura da soja

A altura das plantas de soja variou de 99 cm até 108 cm, com diferenças significativas onde aplicou-se adubação com NPK, independente do uso do microgeo® (Tabela 10). Segundo Stefen al. (2014) lavouras adequadamente nutridas podem exibir maior desenvolvimento vegetativo. Desta maneira, o fornecimento da adubação fez com que as plantas tivessem maior desenvolvimento vegetativo, mas não necessariamente se observou o mesmo efeito para grãos.

Quanto aos componentes de rendimento (Tabela 10) o número de nódulos variou de 354,5 até 399,7, número de vagens por planta variou de 42,5 até 44,2, a massa de 1000 grãos de 120,0 g até 125,6 g, massa da matéria seca de parte aérea (MSPA) de 1544,5 até 1920,0 kg ha⁻¹ e produtividade da cultura variou de 3,180 até 3,426 ha⁻¹. Para estes parâmetros não foram observadas diferenças significativas, independente do uso de microgeo ou da adubação com NPK.

Tabela 10- Componentes de rendimento e produtividade: número de nódulos (NN) número de vagens por planta (NVP), massa de 1000 grãos (MMG), altura de plantas (AP), massa da matéria seca de parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura da soja. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		NN	NVP	MMG	AP	MSPA	PROD
Microgeo	NPK						
		- un -	- un-	-- g --	-- cm --	kg ha ¹	kg ha ⁻¹
0%	0%	358,7 ^{ns}	43,5 ^{ns}	120,6 ^{ns}	100 b	1544,5 ^{ns}	3,204 ^{ns}
100%	0%	359,2	45,0	123,9	99 b	1602,7	3,180
0%	100%	354,5	44,2	125,6	104 a	1641,0	3,360
50%	100%	399,7	42,7	120,0	104 a	1765,7	3,336
100%	100%	359,2	43,9	120,4	108 a	1628,0	3,426
150%	100%	383,5	42,5	123,0	108 a	1920,2	3,330
CV%		9,0	2,1	1,7	3,5	6,3	6,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Corroborando com este estudo, Pedó et al. (2016) verificaram que o microgeo® associado a adubação mineral não apresentou diferenças na produtividade na cultura da soja, assim como, Bellini et al. (2012) que avaliaram o uso do microgeo® nos componentes de produção número de vagens e massa de 1000 grãos na cultura da soja e também não observaram diferenças significativas. Souza et al. (2013) verificaram que o uso do microgeo® não influenciou na produtividade da cultura do café.

Carvalho et al. (2011) observaram aumento linear com doses de resíduo orgânico e fertilizante mineral sobre a produtividade da soja. Os autores constataram também, que as doses do resíduo alteraram significativamente as características legumes por planta, massa de 1000 grãos e produtividade, já a adubação mineral alterou legumes por planta e produtividade.

5.4.2 Componentes de rendimento e produtividade da cultura do feijão

O número de vagens por planta foi de 10 a 13, a massa de 1000 grãos de 210,0 g até 244,0 g e a produtividade de 960,0 até 1,740 kg ha⁻¹ (Tabela 11). Estes parâmetros apresentaram diferenças significativas, onde o uso de adubação com NPK foi melhor, independentemente do uso de microgeo®. Silva (2009) avaliou o uso do microgeo® e constatou que a aplicação no solo+foliar obteve um ganho de produtividade de até 40% na cultura do feijão.

Tabela 11- Componentes de rendimento e produtividade: número de vagens por planta (NVP), grãos por vagem (GV), massa de 1000 grãos (MMG) e produtividade (PROD), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura do feijão. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		NVP	GV	MMG	PROD
Microgeo	NPK				
		---- un ----	---- un ----	---- g ----	kg ha ⁻¹
0%	0%	10 b	25,0 ^{ns}	210,0 b	960,0 b
100%	0%	10 b	26,7	213,4 b	1,080 b
0%	100%	13 a	28,2	240,5 a	1,740 a
50%	100%	11 a	27,2	244,0 a	1,560 a
100%	100%	12 a	27,0	233,0 a	1,650 a
150%	100%	11 a	28,0	227,0 a	1,680 a
CV%		7,7	9,6	5,0	14,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

O número de grãos por vagem variou de 25,0 até 28,0 e não foram encontradas diferenças significativas. (Tabela 11). Oliveira et al. (2001) avaliaram efeito de diferentes doses de esterco bovino, na presença ou ausência de adubo mineral em feijão caupi e verificaram que grãos secos e o rendimento de grãos verdes na presença de adubo mineral atingiu valor máximo estimado, já na ausência de adubo mineral, o rendimento de grãos verdes, aumentou com a elevação das doses de esterco bovino. Gabbialtti et al. (2011) avaliaram a produtividade da cultura do feijão utilizando biofertilizante e adubação mineral, onde foram utilizadas a dose

recomendada no plantio, ½ dose de adubação e sem adubação mineral e verificaram diferença significativa apenas para as plantas que receberam a dose completa recomendada. Os tratamentos que receberam biofertilizante e o tratamento com apenas a dose completa de adubação mineral, foram estatisticamente iguais.

5.4.3 Componentes de rendimento e produtividade da cultura do milho

O número de grãos por fileira variou de 32,5 a 40,7, já os grãos por espiga foi de 488,5 até 643,2, a MSPA variou de 1118,0 a 2054,0 kg ha⁻¹ (Tabela 12). Para estes parâmetros foram observadas diferenças significativas, sendo melhor o uso de adubação com NPK, independente do uso do microgeo®.

Para a altura das plantas, foram encontradas plantas de 190 até 224 cm e a produtividade variou de 10,620 até 15,312 kg ha⁻¹ e em ambos os parâmetros (Tabela 12) foi encontrado diferenças significativas, sendo maior com o uso de adubação com NPK, independente do uso do microgeo®. Fiorin (2016) observou uma tendência de aumento na produtividade de grãos em até 346 kg (3,9%) pela utilização do microgeo® na cultura do milho, já Vitti et al. (2004) avaliaram a aplicação do microgeo® da cultura da cana de açúcar e não observaram efeito significativo para a produtividade. Resultado oposto a este estudo, foi verificado por Mattos et al. (2015) onde diferentes doses de biofertilizante bovino e de adubação mineral não apontou diferenças na altura de plantas de sorgo.

Tabela 12- Componentes de rendimento e produtividade: fileiras por espiga (F/E), grãos por fileiras (G/F), grãos por espiga (G/E), altura de plantas, (AP), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e produtividade (PROD), com uso de bioestimulador do solo e adubação mineral de NPK na cultura do milho. Dois Vizinhos, 2018.

Tratamentos		F/E	G/F	G/E	AP	MSPA	PROD
Microgeo	NPK						
		un	un	un	cm	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹
0%	0%	15 b	32,5 b	488,5 b	193 b	13549 b	10,620 b
100%	0%	15 b	32,5 b	489,0 b	190 b	11180 b	10,872 b
0%	100%	15 b	40,7 a	624,0 a	216 a	18590 a	15,312 a
50%	100%	16 a	38,2 a	605,2 a	224 a	17983 a	14,880 a
100%	100%	16 a	40,2 a	643,2 a	214 a	16782 a	15,102 a
150%	100%	16 a	39,7 a	632,5 a	219 a	20543 a	14,790 a
CV%		2,2	6,8	8,2	3,7	13,9	10,1

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott Knott.

Para o número de fileiras por espiga a diferença foi de 15 ou 16 e os melhores tratamentos foram os que receberam associação do microgeo® mais a adubação

mineral (Tabela 12). Guo et al. (2016) analisaram o efeito de composto bovino associado a fertilização em rotação trigo/milho e constataram que o maior rendimento foi obtido nas parcelas fertilizadas com 25% de esterco de gado combinado com 75% de fertilizante químico. Castoldi et al. (2011) observaram que a produtividade de milho foi superior com a adubação mineral, comparativamente a adubação orgânica e organomineral. Pinto et al. (2014) verificaram que a produtividade de milho sob aplicação de dejetos líquido suíno se igualou a adubação mineral somente quando utilizado a maior dose de dejetos.

Ao analisar as três culturas avaliadas, observa-se que os tratamentos que continham o uso de adubação mineral apresentaram os melhores resultados para os componentes de produtividade, desta maneira, verifica-se que o microgeo® não teve efeito sobre estas características na condição deste estudo. Portanto, as culturas foram dependentes da adição de adubação mineral, por isso, a prática da adubação é importante mesmo com a disponibilidade de nutrientes elevada no solo.

O solo atua como reservatório de nutrientes, cuja capacidade máxima é dependente da natureza de seus constituintes (quantidade e tipo de argila, teor de matéria orgânica) e do manejo recebido, no qual a oscilação do nível de reserva disponível em curto prazo fica mais vinculada ao papel da própria planta como dreno de nutrientes (RESENDE et al., 2016). Aliado a isso, a fertilidade do solo está atrelada a ações que não tem resultado de estabilização do sistema, pois, o solo é um ambiente muito dinâmico, que recebe muitas influências devido ao manejo realizado como a utilização de rotação de culturas, manejo e preparo do solo como o SPD, acúmulo e aumento de matéria orgânica, atividade biológica e retenção de água. Desta maneira, quando a maior parte dos fatores de produção gerenciáveis é ajustada, o sistema passa a suportar melhor e amenizar eventuais impactos decorrentes de variações na adubação e em fatores ambientais (RESENDE et al., 2016).

CONCLUSÕES

Conclui-se que o uso do bioestimulador do solo, não teve efeito nos parâmetros microbiológicos e químicos do solo e nos parâmetros de produtividade de grãos das culturas de soja, feijão e milho.

A adubação mineral é fundamental para a manutenção da produtividade das culturas da soja, feijão e milho, mesmo em solos com adequada disponibilidade de fósforo, potássio e teores de matéria orgânica elevados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, J.P.E. Soil respiration. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H.; KEENEY, D.R. (eds.). **Method of analysis**. 2ed. part 2. Madison, American Society of Agronomy. Soil Science Society of América. 1982.

AMADO, T.; J.; C. Manejo da Fertilidade do solo e desenvolvimento agropecuário sustentável. In: **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. 1ª EDIÇÃO, Ponta Grossa-PR, 2011.

ALTHAUS, R. A.; CANTERI, M. G.; GIGLIOTI, E. A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa-PR, 2001.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Vol. 22, No. 6 (published online January 2014)

ARAUJO, K. D.; SOUZA, M. A.; SANTOS, G. R. dos; ANDRADE, A. P. de.; NETO, J. V. F. Atividade Microbiana no Solo em Diferentes Ambientes da Região Semiárida de Alagoas. **Geografia** v. 25. n. 2. Londrina-PR, jul/dez, 2016.

ASSIS R. T.; OLIVEIRA I. J. V.; MORAIS A. M.; NETO A. A. M.; DIAS S. H. **Novas tecnologias para a agricultura brasileira**. Instituto de Ciências as Saúde, Agrárias e Humanas (ISAH). Araxá-MG, 2014.

BEDIN, M. Atributos do solo e rendimento de soja cultivada no sistema plantio direto com aplicação de biofertilizante líquido. **Trabalho de Conclusão de curso apresentado a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco**. Pato Branco- PR, 2014.

BELAN, H. C.; CANTERI, M. G.; AGROSTAT - Sistema de Análise e separação de médias em experimentos agrícolas. **XIII Encontro Anual de Iniciação Científica**, Londrina-PR, 2004.

BELLINI G.; FILHO E. S.; MORESKI H.M. Influência da aplicação de um fertilizante biológico sobre alguns atributos físicos e químicos do solo no cultivo rotacionado de arroz (*Oriza sativa*), milho (*Zea mays*) e soja (*Glycine max*). **Anais Eletrônico VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**. Maringá-PR, 23 a 26 de outubro de 2012.

BELTRAME, K. G. Fertilizantes Orgânicos-Super Desafios. **Encarte especial Abissolo**, 2010.

BETTIOL, W.; TRATCH, R.; GALVÃO, J. H. A. **Controle de doenças de plantas com biofertilizantes**. FUNEP-EMBRAPA. Jaguariúna-SP, 1998.

BISSANI, C. A.; GIANELO, C.; CAMARGO, F. A. de O.; TEDESCO, M. J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. 2ª edição, Porto Alegre-RS, 2008.

BISERRA, T. T.; PAIVA, L. M.; FERNANDES, H. J.; DUARTE, C. F. D.; FLEITAS, A. C.; SILVA, O. da. Utilização de biofertilizante e adubação química em capim-piatã (*Brachiaria brizantha*). **Revista de Ciências Agrárias**, 2017.

BORCHARTT, I.; SILVA, I de F da.; SANTANA, E de O.; SOUZA, C de.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança – PB. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, abr-jun 2011.

CANTARELA, H.; SOARES, J.; R. Uso eficiente de fertilizantes nos agroecossistemas e impactos ambientais. In: **Fertilidade do solo e nutrição de plantas no sistema plantio direto**. 1ª edição. Ponta Grossa-PR, 2011.

CAMARGO, M, S de. A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, Jul-Dez, 2012.

CARNEIRO, M. A. C; SOUZA, E. D de; REIS, E. F do ;PEREIRA, H. S; AZEVEDO, W. R de. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009.

CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. de.; ANDRADE, M. J. B. de.; PASSOS, A. M. A. dos., OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agrônômica**. 930-939, 2011.

CASTOLDI, G.; COSTA, M. S. S de M.; COSTA, L. A. de M., PIVETTA, L. A.; STEINER, F. Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 33, n. 1. Maringá-PR, 2011.

CASTRO, I. V de; FARALEIRA, P. Papel dos microrganismos do solo na recuperação de solos degradados. Dossie técnico. **Vida Rural**. maio, 2017.

COSTA, G. D.; SILVA, M. A. A.; DEMÉTRIO, G. B.; SILVA, M. A.; MATSUMOTO, L. S. Influência da adubação nos atributos microbiológicos do Solo na produção de milho silagem. **Synergismus scyentifica**- UTFPR, Pato Branco-PR, 2014.

D' ANDRÉA, P. A. Inserção na tecnologia tropical revolução biológica. **Agroanalysis**, 2017.

D'ANDRÉA, A. F; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na

região do cerrado no sul do estado de goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26:913-923, 2002.

DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T de. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade Microbiana. **Eng.Agric.v35n3p**, 2015.

DICK, D. P.; NOVOTNY, E. H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. XI- Química da matéria orgânica do solo. In: **Química e mineralogia do solo**. Parte II-aplicações. Sociedade Brasileira de Ciência do solo. 1ª edição, Viçosa-MG, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo. **Comunicado Técnico 98**. Seropédica-RJ, agosto, 2007.

ERNANI, P. H. Distribuição dos nutrientes no solo e disponibilidade as plantas. In: **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages-SC, 2008.

FILHO, V. H. A. Fertilizantes organominerais-Descortinando o futuro. **Encarte especial Abissolo**. 2010.

FIORIN, J. E. UNICRUZ. Eficiência agronômica da utilização do Adubo Biológico MICROGEO® em Milho. In: **Recomendações e resultados científicos**. Ano 1, nº 1, 2018. Disponível em: <http://www.microgeo.com.br/pesquisa/> acesso em: dez. 2018.

GALBIATTI, J. A.; SILVA, F. G. D.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Desenvolvimento do feijoeiro sob o uso de biofertilizante e adubação mineral. **Engenharia Agrícola**. v.31, n.1. Jaboticabal-SP, jan./fev. 2011.

GARCIA, A. L. A.; LACERDA, G. R.; JORDÃO, M. F.; D'ANDREA, P. A.; BARTELEGA, L.; DOMINGUETI, T. C.; CARLI, J.L; & REIS, A. M. Efeito do adubo biológico microgeo® na dinâmica do fósforo, na cultura do café. CBPC - **Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, Poços de Caldas-MG. Anais, 2015.

GIESSELER, D.; SCOW, K. M. Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms – A review. **Soil Biology and Biochemistry**. Volume 75, August 2014.

GU, Y.; ZHANG, X.; TU, S.; LINDSTROM, K. Soil microbial biomass, crop yields, and bacterial community structure as affected by long-term fertilizer treatments under wheat-rice cropping. **European Journal of Soil Biology**. Volume 45, Issue 3, May–June 2009.

HOWARD, S.; A. **Um testamento agrícola**. Cap 1. Editora expressão popular. São Paulo-SP, 2007.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.; JUNIOR, O. B.; KASCHUK, G. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil-tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology**, July, 2009.

KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. dos S.; Acidez do solo e nutrição mineral de plantas. In: **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Núcleo Regional Sul da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Pelotas-RS, 2000.

KAMINSKI, J.; BRUNETTO, G.; MOTERLE, D. F.; RHEINHEIMER, D. dos S.; Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 1003-1010, 2007.

LOPES, A. C. Instituto da Potassa e Fosfato. **Manual Internacional da Fertilidade do solo**. 2ª edição. Piracicaba-SP; POTAFOS, 1998.

LOPES, A.S. & GUILHERME, L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa-MG, 2007.

MACHADO, D. M.; SCHOSSLER, T. R.; ZUFFO, A. M.; ANDRADE, F. R. de; PIAULINO, A. C. Atividades microbianas e as transformações no ciclo dos Elementos no solo. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v.8, n.15; p. 180. , Goiânia-GO, 2012.

MATIAS, M. da C. B da S.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L. F. de C.; Araújo, A. S. F Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 2009.

MATOS, C. F.; PINHEIRO, E.; PAES, J. L.; LIMA, E.; MARQUES, A. D. S.; CAMPOS, D. V. B. de. de Efeito da aplicação de biofertilizante de dejetos de bovino no solo e cultura do sorgo. In Embrapa Solos-Artigo em anais de congresso (ALICE). **In: Congresso sobre geração distribuída e energia no meio rural**, Universidade de São Paulo. São Paulo,SP, 2015.

MAZURANA, M.; FINK, J. R.; CAMARGO, E.; SCHMITT, C.; ANDREAZZA, R.; CAMARGO, F. A. de O. D. Estoque de carbono e atividade microbiana em sistema de plantio direto consolidado no Sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, 2013.

MEDEIROS, M. B. de.; LOPES, J. da S.; Biofertilizantes Líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v.7, n.3, nov, 2006.

MEDEIROS, M. de B; WANDERLEY, P. A; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos. **Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento** - Edição nº 31 - julho/dezembro, 2003.

MERCANTE, F. M. **Os Microrganismos do Solo e a Dinâmica da Matéria Orgânica em Sistemas de Produção de Grãos e Pastagem**. Coleção Sistema Plantio Direto, Embrapa, 2001.

MICROGEO. Adubação Biológica. Manual Técnico. Disponível em: http://www.microgeo.com.br/ns/pdf/manual_tecnico.pdf. Acesso em: 02/04/2018.

MOREIRA, F. M. de S. Diversidade de microrganismos são fundamentais ao agroecossistema. **Visão agrícola nº9**. Dez, 2009.

OLIVEIRA, A. P.; ARAÚJO, J. S.; ALVES, E. U.; NORONHA, M. A.; CASSIMIRO, C. M.; MENDONÇA, F. G. Rendimento de feijão-caupi cultivado com esterco bovino e adubo mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 81-84. Brasília-DF, março, 2001.

PAULUS, G.; MÜLLER, A. M.; BARCELLOS, L. A. R. Efeito da matéria orgânica no solo. In: **Agroecologia Aplicada: Práticas e Métodos para uma Agricultura de Base Ecológica**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul Secretaria da Agricultura e Abastecimento EMATER/RS. Porto Alegre-RS, 2000.

PEDÓ, R.; ALVES, M. V.; DELAZARI, P.; NAIBO, G.; SPRICIGO, J. G.; CHAGAS, A.; RODRIGUES, A. Efeitos da adubação biológica na produtividade da cultura da soja (BMX apolo) e nos atributos físicos e químicos do solo. **Convibra**. www.convibra.org Jul-2016.

PEREIRA, H. S. Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. **Visão agrícola**. Nº 9, pag 43. Jul-dez, 2009.

PEREIRA, D. C.; NETO A. W.; NOBREGA L. H. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias** v. 03, n.02, 2013.

PINTO, M. A. B.; FABBRIS, C.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; GIROTTO, E. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Pesq. Agropecuária Tropical**. v. 44, n. 2. Goiânia-GO, abr./jun. 2014.

RESENDE, A. V. de.; FONTOURA, S. M. V.; BORGHI, E.; SANTOS, F. C. dos., KAPPES, C.; MOREIRA, S. G.; JUNIOR, A. de O.; BORIN, A. L. D. C. Solos de fertilidade construída: características, funcionamento e manejo. INPI- **Informações agronômicas** Nº 156 – DEZEMBRO, 2016.

RHEINHEIMER, D dos S. ANGHINONI, I. Distribuição do fósforo inorgânico em sistemas de manejo de solo. **Pesquisa agropecuária brasileira** v. 36, n. 1. Brasília-DF, jan. 2001.

ROBERTS, T.L. RYAN, J. Solo e segurança alimentar. **Informações agronômicas nº 150**, junho/2015.

SANTOS, L. A. dos.; SORATTO, R. P.; FERNANDES, A. M.; GONSALES, J. R. Crescimento, índices fisiológicos e produtividade de cultivares de feijoeiro sob diferentes níveis de adubação. **Revista Ceres**. v. 62, n.1. Viçosa-MG, jan/fev, 2015.

SANTOS, V. M. dos.; MAIA, L. C. Bioindicadores da qualidade do solo. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica, Recife**, vol. 10, 2013.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2010.

SECCO, P. A. A; MARINO, R. I; VENTURA, M. U. Efeito de inoculante e bioativadores na produtividade da soja. **26º Encontro anual de iniciação científica. Universidade Estadual de Londrina**. Londrina-PR.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds.) **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, 2007.

SILVA, E. A. Avaliação do biofertilizante microgeo®, em pulverização viasolo e via foliar na eficiência do controle químico da mosca branca (*Bemisia tabaci*) na cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Luterano de ensino Superior de Itumbiara**. Itumbiara-GO, 2009.

SILVA, J. C. P. M.; MOTTA, A. C. V.; PAULETTI, V.; VELOSO, C. M.; FAVARETTO, N.; BARCELLOS, M.; OLIVEIRA, A. S.; SILVA, L. F. C. Esterco de gado leiteiro associado à adubação mineral e sua influência na fertilidade de um Latossolo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2008.

SILVA, M da. D.; ANTONIOLLI, Z. I.; JACQUES, R. J. S.; SILVEIRA, A. O de; SILVA, D. A. A. da, Rache, M. M.; PASSOS, V. H. G.; da Silva, B. R. Indicadores microbiológicos de solo em pastagem com aplicação sucessiva de dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2015.

SILVA, R. B.; CORREIA, T. A.; ARAÚJO, F. F de. SILVA, P. C. G da. Atividade microbiana do solo em função do sistema de cultivo e integração Lavoura-pecuária. **Colloquium Agrariae**, vol. 9, n. Especial, Jul-Dez, 2013.

SIMIONI, F. J.; BARTZ, M. L. C.; WILDNER, L. do P.; SPAGNOLLO, E.; VEIGA, M. da BARETTA, D. Indicadores de eficiência técnica e econômica do milho cultivado em sistema plantio direto no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Ceres**, v. 64, n.3, Viçosa-MG, mai/jun, 2017.

SOUTO; P. C.; SOUTO, J. C.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. C. decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29:125-130, 2005.

SOUZA, I. T.; LUCAS E. O.; APARECIDO, L. E. O.; MIRANDA, G. R. B. Efeito da adubação biológica sobre a produtividade do Cafeeiro em diferentes tipos de preparo do solo. **5ª Jornada Científica e Tecnológica e 2º Simpósio de Pós-Graduação. IFSULDEMINAS**. Inconfidentes-MG, 06 a 09 de novembro de 2013.

STEFEN, D. L. V.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; GUTKOSKI, L. C.; SANGOI, L. A adubação nitrogenada durante o espigamento melhora a qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum* cv. Mirante) cultivado com regulador de crescimento etil-trinexapac. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, 114(2), 2015.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. (Boletim técnico, 5). 2a ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 1995.

TOZETTO, L. C.; FEIX, B. L.; ZANELLATO, D. C.; DORES, L. de A.; CASALI, C. A. Fungos micorrízicos arbusculares no solo cultivado com feijão e uso de bioativador. **V Congresso de Ciência e Tecnologia da UTFPR-DV. I Mostra Científica da Pós-Graduação da UTFPR-DV**. Dois Vizinhos-PR, 07 e 08 de novembro de 2017.

VITTI, G. C.; CARDOSO, E. J. B. N.; PINTO, T. L. F. **Avaliação da decomposição da palha, estado nutricional, produtividade e qualidade da cana colhida sem queima a partir da aplicação do produto Microgeo**. Microbiol Industria e comércio Ltda. Universidade de São Paulo, campus Luiz de Queiroz, departamento de solos e nutrição de plantas. Piracicaba-SP, 2004.

ZHAO, J.; NI, T.; LU, Q.; FANG, Z.; HUANG, Q.; ZHANG, R.; LI, R.; SHEN, B.; SHEN, Q; 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**. Volume 99, March 2016.