



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR PALOTINA

Departamento de Ciências Agrônomicas
Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas – 85950-000 – Palotina – PR
Tel.: (44) 3211-1319 – www.campuspalotina.ufpr.br

TIAGO AUGUSTO LANGER WINCKLER



**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO MICROGEO® NA REESTRUTURAÇÃO DE
SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

PALOTINA – PR

2017

TIAGO AUGUSTO LANGER WINCKLER

**AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO MICROGEO® NA REESTRUTURAÇÃO DE
SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito para disciplina TCC II do curso
de graduação em Agronomia, Setor de Palotina
da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Grange

PALOTINA – PR


2017

TERMO DE APROVAÇÃO

TIAGO AUGUSTO LANGER WINCKLER

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO MICROGEO® NA REESTRUTURAÇÃO DE SOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE CULTIVO

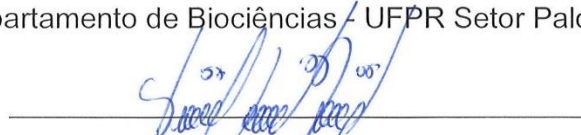
Trabalho de conclusão de curso aprovado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo, Curso Agronomia, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina. Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Prof^ª. Dra. Luciana Grange
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina.



Prof.^o. Dr. Marco Antônio Bacellar Barreiros
Departamento de Biociências - UFPR Setor Palotina.



Prof^ª. Dra. Vivian Carré Missio
Departamento de Ciências Agronômicas - UFPR Setor Palotina

Palotina, 05 de julho de 2017

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar aos meus pais Cesar e Ivone Winckler e ao meu irmão Marcos pelo apoio e incentivo nestes muitos e longos anos de jornada.

Agradeço a minha namorada Bianca Baumgarten por estar sempre ao meu lado e principalmente pelos dias a fio de trabalho duro.

A minha orientadora Dra. Luciana Grange que além da amizade, me mostrou como transformar uma ideia em realidade.

Aos produtores e amigos Wilmar Baumgarten e Tiago Land por cederem a área e o tempo para a realização deste trabalho.

A minha amiga Bruna Baumgarten pela ajuda fornecida durante a realização deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do Microgeo[®] na reestruturação de solo em diferentes sistemas de cultivo e concentrações, tomando como referência resultados obtidos através de testes como determinação de unidade formadora de colônia (UFC) e penetrometria além de aspectos agronômicos da cultura da soja (*Glycine max*) produzida sobre uma área de latossolo eutroférico roxo no município de Terra Roxa – Paraná. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados sendo montados dois experimentos, o primeiro (experimento 1) com 4 tratamentos sendo estes: T1 - com palhada residual + Microgeo[®] 150 l/ha, T2 - com palhada residual e sem Microgeo[®], T3 - sem palhada residual + Microgeo[®] 150 l/ha, T4 - sem palhada e sem Microgeo[®] com 4 repetições e o segundo (experimento 2) com 5 tratamentos sendo: T1 - Testemunha, T2 - 75 l/ha, T3 - 150 l/ha, T4 - 300 l/ha, T5 - 450 l/ha com 4 repetições. Os tratamentos que receberam o adubo biológico Microgeo[®] (T1 e T3, experimento 1) apresentaram redução na compactação do solo. O tratamento T4 com 400 l/ha do produto comercial do Microgeo[®] (experimento 2) foi a que mais contribuiu para a redução da compactação da área avaliada. Os tratamentos que receberam o adubo biológico Microgeo[®] T1 e T3 do experimento 1 (150 l/ha) permitiram melhores valores agronômicos para número de vagens por planta (NVP) e número de grãos por planta (NGP) demonstrando que houve ganho produtivo. O tratamento T2 com 75 l/ha do produto comercial Microgeo[®] (experimento 2) foi a que apresentou os melhores ganhos agronômicos (NVP e NGP). Para os dois experimentos não houveram diferenciações dos aspectos agronômicos: altura de inserção de primeira vagem (AIPV) e altura de planta (AP) em relação a testemunha.

Palavras-chave: reestruturação de solo; descompactação de solo; solo degradado; microbiota; penetrometria.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the efficiency of the Microgeo® in the soil restructuring in different cropping systems and concentrations using as reference results obtained through tests such as determination of colony forming unit (CFU) and penetrometry as well as agronomic aspects of soybean (*Glycine max*) produced on an area of purple eutrophic latosol in the city of Terra Roxa - Paraná. The experimental design was a randomized block design with two treatments, the first one (experiment 1) with four treatments: T1 - with residual straw + Microgeo® 150 l / ha, T2 - with residual straw and without Microgeo®, T3 - Without residual straw + Microgeo® 150 l / ha, T4 - without straw and without Microgeo® with 4 replicates and the second one (experiment 2) with 5 treatments being: T1 - Witness, T2 - 75 l / ha, T3 - 150 l / Ha, T4 - 300 l / ha, T5 - 450 l / ha with 4 replicates. The treatments that received the biological fertilizer Microgeo® (T1 and T3, experiment 1) presented a reduction in soil compaction. The T4 treatment with 400 l / ha of the commercial product of Microgeo® (experiment 2) was the one that contributed the most to the reduction of the compaction of the evaluated area. The treatments that received the biological fertilizer Microgeo® T1 and T3 of experiment 1 (150 l / ha), allowed better agronomic values for number of pods per plant (NVP) and number of grains per plant (NGP), demonstrating that there was a productive gain. The T2 treatment with 75 l / ha of the commercial product Microgeo® (experiment 2) was the one that presented the best agronomic gains (NVP and NGP). For the two experiments there were no differentiations of the agronomic aspects: first pod insertion height (AIPV) and plant height (AP) in relation to the control.

Keywords: soil restructuring; Soil decompression; degraded soil; Microbiota; Penetrometry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS.....	12
3	MATERIAL E METODOS	13
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	13
3.2	DESCRIÇÃO DO PRODUTO MICROGEO®	13
3.3	DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS.....	14
3.4	INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	15
3.5	OBTENÇÃO DOS ASPECTOS AGRONÔMICOS	16
3.6	OBTENÇÃO DE CÉLULAS VIÁVEIS PELA CONTAGEM DAS UNIDADES FORMA DE COLÔNIAS (UFC).....	17
3.7	DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO (RMSP).....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6	REFERÊNCIAS.....	27

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade de sistemas produtivos está diretamente vinculada a conservação dos diferentes tipos de solos. Solo conservado é aquele que consegue manter suas condições físicas, químicas e biológicas preservando-se fértil e produtivo ao longo do tempo. São terras cultivadas a partir de práticas comprometidas com a mitigação do esgotamento ou deterioração, provocados por fatores naturais e ou introduzidos pelo próprio homem (CATI, 2010).

De acordo com o *Global Soil Forum*, estima-se que, nos últimos 50 anos, a quantidade de terra agricultável per capita diminuiu cerca de 50% no mundo. Dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) (apud Revista Globo Rural, 2014) apontam que cerca de 33% das terras têm alto ou médio grau de degradação. No Brasil, a Sociedade Nacional Agrícola (SNA, 2014), indica que os principais fatores que vem causando degradação em terras agricultáveis tem sido a erosão, salinização, poluição química e compactação.

Existem alguns conceitos para estabelecer os diferentes processos de erosão, mas, na agricultura, pela ação antrópica, se entende por erosão acelerada, que se dá quando o equilíbrio do solo é bruscamente afetado, numa escala de tempo relativamente curto e incapaz por si só de alcançar a nova compensação de forças (MANZATTO; de FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

Na agricultura, a compactação do solo se dá, principalmente, por quedas de chuvas sob solos descobertos, circulação excessiva de máquinas ou pisoteio animal (SNA, 2014). Todos estes fatores, associados ao uso contínuo e intensivo, vem interferindo agronomicamente no desenvolvimento das raízes de plantas cultivadas, portanto diretamente na produção final e ecologicamente, causando problemas ambientais sobre as comunidades edáficas, ou seja, implicando na manutenção da longevidade da fertilidade do solo (HAMZA; ANDERSON, 2005, apud MAZURANA et al., 2013).

O processo de degradação física do solo é decorrente de sua manipulação intensiva levando a perdas, principalmente da porosidade por adensamento de partículas (SNA, 2014). A diminuição dos poros por compactação promove a redução dos canais que se são estabelecidos entre estes e os colóides do solo. Este fator, somado a lavagem completa da serapilheira, vai criando uma camada superficial muito densa onde a infiltração da água fica totalmente impedida, ocasionando a

erosão progressiva dos nutrientes deixando este solo cada vez empobrecido (MANZATTO; de FREITAS JUNIOR; PERES, 2002).

A falta de canais de ar e água, associados com a ausência de cobertura vegetal, vai reduzindo a biomassa microbiana do solo a cada safra, promovendo a degradação biológica que acarreta em perdas do ponto de vista da nutrição do solo (XAVIER et al., 2006). Esta consequência ecológica e econômica acontece por que estes organismos edáficos são cientificamente considerados os principais responsáveis por promover os processos de decomposição da matéria orgânica (MO) e fornecimento de nutrientes para o solo e para as plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A degradação dos detritos vegetais e animais no solo é um processo biológico fundamental para o ecossistema, onde o carbono é reciclado para a atmosfera como dióxido de carbono, o nitrogênio se torna disponível como amônia e nitrato, e outros elementos associados (fósforo, enxofre e vários micronutrientes) assumem formas inorgânicas e podem então ser assimilados pelas plantas (STEVENSON; COLE, 1999; apud EMBRAPA, 2006). A abundância e diversidade dos organismos que compõem a teia alimentar decompositora determinam a velocidade e a magnitude de processos como a mineralização e imobilização desses nutrientes. Consequentemente, a assimilação de nutrientes pelas plantas e a produtividade das culturas podem ser fortemente afetadas pelos organismos do solo, mesmo quando é feita uma adubação mineral (CORREIA e de OLIVEIRA, 2006).

Muitos microrganismos encontrados nos solos são capazes de catalisar uma série de processos na rizosfera das plantas, excretando substâncias orgânicas, que agem na agregação do solo, contribuindo em melhorias de suas condições físicas. Portanto, eles agem na estruturação do solo, amenizando os efeitos negativos causados pela compactação do solo (FIORIN e VENZKE FILHO, 2014). Assim, a estabilidade dos agregados do solo pode ser resultado da ação de união mecânica por células e hifas dos organismos, dos efeitos cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana ou da ação estabilizadora dos produtos de decomposição que agem individualmente ou em combinação (BAVER et al., 1973 apud WOHLBERG et al., 2004).

A agregação do solo pode sofrer alterações permanentes ou temporárias, demonstrando variação cíclica provocada por práticas de manejo de solo e culturas (CAMPOS et al., 1999 apud WOHLBERG et al., 2004). Esta informação aponta

que é possível mitigar a degradação dos solos férteis mesmo sob produção em grande escala, desde que sejam adotadas tecnologias conservacionistas do ponto de vista do manejo de solos produtivos.

Dentre as práticas mais adotadas para minimizar a degradação dos solos estão o adequado dimensionamento e utilização dos terraços, rotação de culturas, plantio direto, manejos de cobertura, aplicação de inoculantes, correção do solo com manejos de adubação em taxas variáveis, redução do uso de agentes de controle químico, uso de sementes de qualidade (MANZATTO; de FREITAS JUNIOR; PERES, 2002). Dentre as tecnologias conservacionistas de solo mais consagradas está o plantio direto que, aliado ao uso de sistemas de culturas com elevada adição de resíduos culturais, tem demonstrado ser uma prática muito eficaz no melhoramento de atributos da qualidade de solos (FIORIN, 2007).

O plantio direto associado ao uso de biofertilizantes vem sendo cada vez mais adotado como uma estratégia alternativa, ecológica e produtiva, tanto para pequenas quanto para grandes áreas agrícolas. Segundo a Lei 6.894 (BRASIL, 1980): “o biofertilizante é o produto que contém princípios ativos aptos a melhorar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento das plantas”. De forma prática, ele é um adubo orgânico líquido, resultante da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal ou vegetal, a partir de atividades metabólicas e enzimáticas de comunidades edáficas, especialmente, de rizobactérias (MEDEIROS e LOPES, 2006; NETO, 2006).

A importância dos biofertilizantes baseia-se na alta diversidade de nutrientes minerais quelatizados e disponíveis devido as atividades biológicas, como: nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, magnésio, boro, cobre, manganês, ferro e zinco (NETO, 2006). Estes produtos também funcionam como ativadores enzimáticos do metabolismo vegetal, e ainda, podem ser considerados adubos orgânicos porque atuam diretamente nos mecanismos físicos, químicos e biológicos do solo, mesmo tendo baixo teor de nutriente (10 a 20%) quando comparados com os fertilizantes convencionais (LAGREID, 1999; CAPAZ; NOGUEIRA, 2014).

Souza et al. (2006), garantem que, quando os biofertilizantes, são empregados corretamente, ocorre maior deslocamento dos nutrientes para as plantas porque estes estão disponíveis em uma forma mais fácil de ser incorporada quando comparado à adubos químicos. Uma das melhorias proporcionadas pela adubação orgânica é a capacidade de contribuir para o aumento, por exemplo, nos teores de Ca, Mg e P no solo (VARGAS, 1990). Oliveira et al., 1986, apud PINTO, 2016,

asseguram que as características físicas também podem ser modificadas, tornando-se mais soltas, com menor densidade aparente e também estimulando as atividades biológicas. De acordo com Galbiatti et al., 1996, apud PINTO, 2016, essa habilidade do biofertilizante, deve-se a capacidade de retenção de bases pela formação de complexos orgânicos e desenvolvimento de cargas negativas.

De acordo com D' Andréa e Medeiros (2002), outra importante vantagem dos biofertilizantes é sua ação antibiótica e a capacidade de induzir à resistência sistêmica de plantas a fitopatógenos. Santos e Sampaio (1993), constataram a redução de doenças e pragas em plantas de interesse agrônomo demonstrando os efeitos fungistático, bacteriostático e, em alguns casos repelente contra insetos de determinados compostos orgânicos.

Medeiros et al. (2000), verificaram a redução na fecundidade do período de ovoposição e longevidade de fêmeas do ácaro-da-leprose, (*Brevipalpus phoenicis*), de citros, quando pulverizados com diferentes concentrações de biofertilizante a base de rúmen bovino e Microgeo®. Neste mesmo trabalho, conseguiu-se comprovar a ação direta sobre *Bacillus thuringiensis*, em um estudo realizado sobre o maracujazeiro amarelo. Nos trabalhos de Nunes e Leal (2001), e Alves et al. (2009), foi possível verificar o efeito do biofertilizante na realização de um manejo trofobiótico de patógenos e pragas de solos, confirmando que, quando o produto orgânico é aplicado nas culturas, estes atuam como fonte suplementar de nutrientes para as plantas contribuindo para o aumento da resistência delas. Capaz e Nogueira (2014) também constataram tal efeito.

Esses microrganismos estão naturalmente presentes no solo, porém, em áreas degradadas onde sua presença é menos abundante, podem ser introduzidos através da aplicação adubos biológicos como no caso do Microgeo®. Microgeo® é um produto composto por um "pool" de microrganismos que, na presença de nutrientes e substrato adequados, estimulam a atividade biológica regulando a produção do adubo biológico na forma de Biofábrica de compostagem líquida contínua CLC®. Um dos objetivos deste tipo de produto é manter a fermentação contínua dos microrganismos oriundos do trato digestivo de ruminantes promovendo a produção constante e fresca do biofertilizante a ser utilizado de acordo com as necessidades do produtor diretamente na propriedade (MICROGEO, 2017).

Em experimentos realizados por Silva et al. (2009) a adubação biológica Microgeo® apresentou efeito significativo na melhoria das condições dos solos sendo

este efeito mais pronunciado na camada superficial (0 a 7 cm), onde os autores atribuem esse fato à interação dos efeitos da adubação biológica e do sistema radicular das culturas. Outros efeitos benéficos da utilização do Microgeo® também foram observados por Ribaudó et al. e Fiorin e Venzke Filho (2017), publicados no site da empresa Microgeo®, quanto a solubilização de fosfatos (nas formas de fosfato de cálcio e hexafosfato de inositol) e decomposição de materiais orgânicos, como amido e celulose. Estes trabalhos também vêm demonstrando a eficiência do Microgeo® na reestruturação de solos sob sistemas de plantio direto. Demonstrando melhorias significativas nas condições físicas do solo estudado, tanto sobre a densidade do solo quanto sobre a macroporosidade (MICROGEO, 2017).

Neste contexto, se faz necessário mais trabalhos que comprovem a eficiência do Microgeo® em diferentes sistemas de cultivo e com distintas concentrações a fim de identificar a melhor forma de utilização bem como a dose mais adequada do produto proposto. Sendo assim, o presente trabalho testou o adubo biológico Microgeo® comercial utilizado como fonte de alimento para os microrganismos de conteúdo ruminal bovino utilizado na forma de biofertilizante de compostagem líquida contínua. O experimento pretende contribuir para melhor compreensão do modo de ação deste tipo de produto biológico a fim de otimizar seu verdadeiro potencial, principalmente, com um reestruturador de solos cultivados.

2 OBJETIVOS

- **Objetivo Geral**

Avaliar a reestruturação de solo em cultura da soja submetida a distintos manejos de cultivo utilizando o biofertilizante Microgeo® em diferentes concentrações.

- **Objetivos específicos**

- Avaliar o aspecto físico através da obtenção dos níveis de compactação dos solos pela determinação da resistência mecânica do solo a penetração (RMSP);
- Avaliar os aspectos agronômicos altura da inserção de primeira vagem (AIPV), altura de plantas (AP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP);
- Avaliar o aspecto biológico através da obtenção do número de células viváveis pela contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) de todos os tratamentos.

3 MATERIAL E METODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

Os experimentos 1 e 2 foram alocados no perímetro do município de Terra Roxa PR com coordenadas 24°21'18.9" de latitude sul e 53°58'35.1 de longitude oeste, divisa com o município de Nova Santa Rosa, sendo o solo é classificado segundo suas características como Latossolo vermelho (EMBRAPA, 2014). A classificação climática da região é Cfa (Köppen e Geiger), com temperatura média de 24,0 °C, precipitação média de 170,6 mm entre os meses de outubro a janeiro e umidade relativa do ar média de 75% (IAPAR, 2011). A área é utilizada para a produção de grãos em sistema de cultivo plantio sendo feita anualmente uma sucessão de culturas a 25 anos (soja e milho). A condição química do solo experimental segue resumidamente na (TABELA 1).

TABELA 1 – TEORES NUTRICIONAIS OBTIDOS POR ANÁLISE DE SOLO DA ÁREA EXPERIMENTAL.

Teores							
Ca (%)	Mg (%)	P (mg/dm ³)	K (cmolc/dm ³)	pH (CaCl ₂)	CTC (cmolc/dm ³)	C (g/dm ³)	SB (%)
42,6	15,1	43,26	1,03	5,4	13,4	23	65,4

FONTE: ADAPTADO DE BERTICELLI & BASSO (2017).

3.2 DESCRIÇÃO DO PRODUTO MICROGEO®

O Microgeo® é um produto de composição biológica apresentando em média 89% de bactérias e 11% de fungos, leveduras e actinomicetos. A saber: $3,5 \times 10^6$ a 1×10^8 UFC de bactérias/ml, até 100 milhões UFC/ml e $0,5 \times 10^7$ a $1,25 \times 10^7$ UFC de fungos/ml, até 12,5 milhões UFC/ml. Contém macros e micronutrientes destinados a nutrir e multiplicar os microorganismos na compostagem líquida contínua (CLC®), quando aplicados no solo. O produto comercial Microgeo®, pretende promover a produção contínua de metabólitos secundários oriundos da fermentação biológica, garantindo múltiplas ações na nutrição, florescimento, saúde e produção das culturas quando aplicado na concentração adequada para cada cultura. No geral, o pH inicial do produto se apresenta em torno de 4, mas a partir dos 15 dias se estabiliza e até os

30 dias permanece entre 6 e 7 (MICROGEO, 2017). As características físico-químicas médias do adubo biológico preparado a partir do uso do Microgeo® seguem na (TABELA 2).

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DO ADUBO BIOLÓGICO MICROGEO®

Características físico-químicas médias	
pH	6,8
Condutividade (mS/cm)	2.700
DQO (mg O ₂ /Lt)	1.200
DBO ₅ , 20 (mg/Lt)	1.850
Cor (mg PtCo/Lt)	11.960
Turbidez (UNT)	950
Alcalinidade (mgCaCO ₃ /Lt)	96
Fósforo (mg/Lt)	49,6

FONTE: MICROGEO (2017).

3.3 DELINEAMENTOS EXPERIMENTAIS

Os dois experimentos deste trabalho foram delineados utilizando blocos casualizados (DBC) (TABELAS 3 e 4). Para a avaliação da eficiência do Microgeo® em diferentes condições de cultivo (Experimento 1), foi utilizada uma área de 24x13 m totalizando 312 m² onde foram montados quatro blocos com seis parcelas. Cada parcela com dimensões de 4x3 m. Para o teste de concentrações (Experimento 2) foram utilizados quatro blocos com cinco parcelas, também de 4x3 m totalizando 240 m². Todas as parcelas do experimento 2 continham palhada residual.

TABELA 3 – TRATAMENTO UTILIZADOS PARA A AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO® SOB DIFERENTES MANEJOS DE CULTIVO.

Experimento 1	
Tratamentos	Manejo de Cultivo
T1	Com palhada residual + Microgeo® 150 l/ha
T2	Com palhada residual; Sem Microgeo®
T3	Sem palhada residual + Microgeo® 150 l/ha
T4	Sem palhada; Sem Microgeo®

FONTE: O Autor (2017).

TABELA 4 – TRATAMENTOS UTILIZADOS PARA OS TESTES DE CONCENTRAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO®.

Experimento 2	
Tratamentos	Dose
T1	Testemunha
T2	75 l/ha
T3	150 l/ha
T4	300 l/ha
T5	450 l/ha

FONTE: O Autor (2017).

3.4 INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

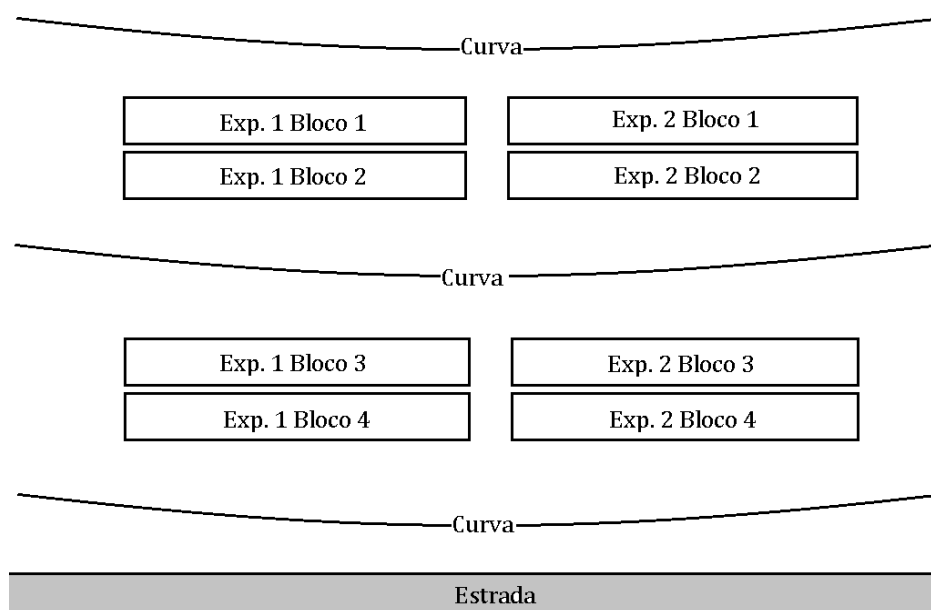
A área utilizada possui leve declividade apresentando curvas de nível em sua extensão tornando necessário a alocação dos blocos entre estas a fim de se reduzir a interferência nos tratamentos. Os blocos 3 e 4 foram posicionados lado a lado e entre duas curvas de nível, distantes 100 metros da bordadura da área. Os blocos 2 e 1 também seguiram o mesmo padrão, estes, porém um pouco mais distantes da bordadura. Deixou-se um espaço de 1 metro entre os blocos para locomoção e evitar interferências (FIGURA 1).

Os dois experimentos foram instalados entre os estádios fenológicos de V1-V2 da cultura e as aplicações do Microgeo® realizadas nos dias 10 e 11 de novembro de 2016 quando a soja se encontrava entre os estádios fenológicos de V4-V5. A cultivar utilizada foi a Monsoy M 5947 IPRO.

As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal com capacidade de 20 litros. As doses foram medidas com copo dosador (modelo utilizado para regulagem de pulverizadores) e inseridas no tanque no pulverizador com a adição de 1L de água para facilitar a aplicação devido ao volume muito baixo necessário em cada parcela. Esta era aplicada sobre a parcela em jatos dirigidos (terço inferior da planta e solo) para evitar deriva do produto e obter maior eficiência do mesmo.

O experimento foi finalizado no dia 31 de janeiro de 2017 com a colheita da área experimental. O adubo biológico Microgeo® foi fornecido pela empresa Microbiol Indústria e Comércio Ltda já pronto para a aplicação, sem que fosse necessário a instalação da biofábrica de compostagem líquida contínua (CLC®).

FIGURA 1. CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL REFERENTE A DISTRIBUIÇÃO DOS BLOCOS PARA AVALIAÇÃO DOS DIFERENTES MANEJOS DE CULTIVO DE SOLOS SOB AUSÊNCIA E PRESENÇA DE MICROGEO® E PALHADA RESIDUAL (EXPERIMENTO 1) E PARA OS TESTES DE CONCENTRAÇÃO DO BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO® (EXPERIMENTO 2).



FONTE: O Autor (2017).

3.5 OBTENÇÃO DOS ASPECTOS AGRONÔMICOS

A altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foi obtida através do uso de uma trena metálica (cm), posicionada do solo até a base da primeira vagem. O mesmo procedimento foi utilizado para obtenção da altura total da planta (AP), porém a medida foi feita até a inserção do último trifólio. Os valores foram adquiridos a partir de dez repetições e cada planta medida recebeu uma numeração de 1 a 10.

Para a contagem de número de vagens por planta (NVP), as plantas com numeração de 1 a 5 foram removidas e ensacadas para posterior contagem. As mesmas tiveram suas vagens retiradas e quantificadas de 1 a 4 representando o número de grão encontrado em cada vagem. Dessa forma também foi possível quantificar o número de grãos por planta (NGP).

Todas as medições e procedimentos para obtenção dos aspectos foram obtidos durante o estágio fenológico R5.5 - 6 a fim e se evitar qualquer crescimento da planta após sua medição e para que as vagens estejam todas formadas bem como os grãos.

3.6 OBTENÇÃO DE CÉLULAS VIÁVEIS PELA CONTAGEM DAS UNIDADES FORMA DE COLÔNIAS (UFC).

Solos foram obtidos da região da rizosfera entorno das raízes numa profundidade de 0,20 m no mesmo local e período onde as plantas foram coletadas para avaliação de NVP e NGP, sendo feita estratificação dos 5 pontos coletados para obtenção das amostras compostas. Os solos foram identificados, armazenados, em sacolas plásticas e imediatamente levados para o laboratório de Biotecnologia do Solo da Universidade Federal do Paraná - Setor Palotina, para armazenamento a 4°C.

Para a contagem das colônias puras, dez gramas de cada amostra de solo foram pesados e dissolvidos em solução salina a 0,85% para obtenção das diluições seriadas. O plaqueamento foi realizado na concentração 10^{-3} com 4 repetições onde, 1 ml de cada amostra foi adicionado ao meio de crescimento (Digs). As placas foram submetidas a crescimento em BOD em uma temperatura de 27° C por 72 horas para contagem das colônias puras.

3.7 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO (RMSP)

A fim de se proporcionar um maior tempo de reação do produto no solo esse procedimento foi realizado ao final do ciclo da cultura durante o estágio fenológico R8 (ponto de colheita) sendo o último procedimento realizado.

Na determinação da Resistência Mecânica do Solo a Penetração (RMSP), foi utilizado um penetrômetro de impacto modelo Stolf Reduzido PI-60 fornecido pela empresa Prime Agro, sendo que as leituras foram realizadas com valores tomados a cada impacto, até a profundidade de 0,20 m no solo e os resultados foram transformados em mPa (unidade de pressão) conforme a equação proposta por STOLF (1991), e posteriormente transformados para kPa:

$$RMSP = \frac{5,8 + 6,89 \times N}{10,2}$$

onde:

RMSP = Resistência mecânica do solo à penetração, em mPa;

N = Número de impactos por decímetro de profundidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de adubos orgânicos de boa qualidade estimula a proliferação de microrganismos no solo, uma vez que são eles que atuam na decomposição da matéria orgânica. Um composto bem estruturado é capaz de inserir no sistema uma grande quantidade de nutrientes, contudo eles não se encontram disponíveis para as plantas, por isso se faz necessário à presença de diferentes mediadores que promoverão o transporte desses componentes para que possam ser melhor absorvidos (MELO et al., 2000).

A manutenção dos microrganismos presentes no solo, faz parte das premissas fundamentais do manejo conservacionista pois estes estão diretamente envolvidos na formação da camada fértil do solo. Esta fertilidade, é estabelecida a partir das relações funcionais que vão ocorrendo entre os indivíduos da comunidade edáfica e destes com o tipo de matéria orgânica (MO) fornecida para o solo. Os principais fatores abióticos que podem alterar estas relações metabólicas da rizosfera envolvidas com a disponibilidade de nutrientes no solo estão a temperatura, umidade e pH (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O Microgeo[®] é um produto composto por fungos e bactérias que, quando adicionado a uma fonte de MO, permite ao agricultor e pecuarista estabelecerem e manterem sua própria produção de adubo biológico. Esse produto é um componente usado na CLC[®] com as funções, dentre outras, de alimentar com nutrientes e substrato a comunidade microbiana oriunda do processo de decomposição da matéria orgânica fornecida para o processo. Como este é promovido de forma contínua e regular, é possível obter uma produção constante do biofertilizante dentro da propriedade rural (MICROGEO, 2017).

Com o objetivo de avaliar os aspectos físico e biológico do solo e agronômicos da cultura da soja submetida a uma adubação com Microgeo[®], o presente trabalho definiu um experimento com quatro diferentes manejos para uso do biofertilizante (Experimento 1; TABELA 3) e outro com cinco concentrações distintas para escolha da melhor dose de aplicação do produto (Experimento 2; TABELA 4). Observando estes dados, foi possível constatar, de maneira geral, para os dois experimentos, que houve pouca diferença entre os aspectos avaliados para cada tratamento pelas estatísticas utilizadas.

Como os dois experimentos representam o primeiro ano/área de instalação nesta propriedade do oeste do estado do Paraná, isto pode levar a considerar que estas poucas diferenças, se devem, dentre outros fatores, ao histórico tecnológico de monocultivo intensivo estabelecida nesta região produtora. Segundo Coelho et al. (2010), a manutenção da fertilidade original de um solo, se deve ao tipo e a quanto tempo uma área está sendo submetida a um determinado manejo antrópico. Dependendo do quão severo tenha sido estes dois fatores durante o período de exploração agrícola, o solo recuperará em mais ou menos tempo sua condição mínima de fertilidade. Portanto, em se tratando de uma área com 25 anos de cultivo em rotação soja e milho altamente tecnificada, é possível apontar que valores mais robustos só poderão ser evidenciados com pelo menos dois anos experimentais na mesma área/cultura.

No estudo de Fiorin e Venzke Filho (s. d.) publicado pela empresa Microgeo[®], sobre uso e aplicação de biofertilizante para recuperação de solos degradados, foi possível observar só houveram resultados significativos depois de 4 safras ou 2 anos de aplicação do produto. O trabalho de Ourives et al. (2010) revelou que o adubo orgânico Bokashi pode substituir, de forma viável e progressiva, a adubação química convencional da *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú* levando a completa substituição em até um ano.

Outro fator que pode estar fortemente influenciando nesta pouca diferença estatística referente aos dados dos dois experimentos e que também está relacionado ao histórico de manejo da área, é o grau de compactação encontrado para as diferentes camadas avaliadas. A recuperação da porosidade é um dos atributos mais dispendiosos a ser resolvido durante manutenção de um solo intensamente explorado (BAVOSO, 2012). É preciso associar mais de uma tecnologia como cultivo de plantas de coberturas, instalação e manutenção de curvas de nível, inoculação de microrganismos promotores de crescimento de raízes, redução do revolvimento do solo, descanso alternativo de glebas, produção em sistema integrado dentre outros, afim de permitir uma recuperação que, impreterivelmente, acontecerá de forma lenta e gradativa (PAIVA e de ARAÚJO, 2012). Todo este processo será promovido diretamente pela retomada equilíbrio biológico entre as espécies aeróbicas e anaeróbicas envolvidas no aumento da eficiência da decomposição da MO (HERNANI s. d.).

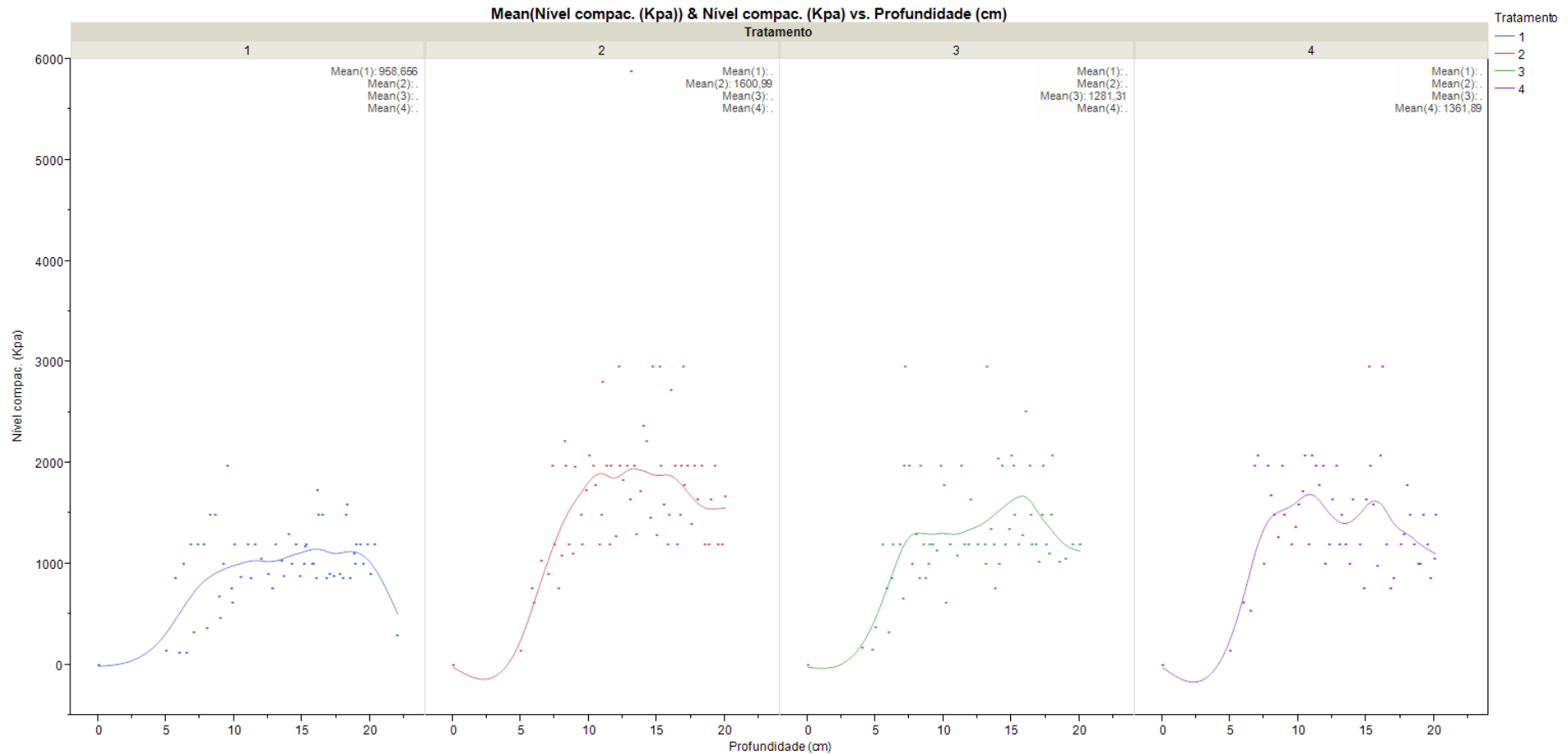
De acordo com Muller et al. (2009), a estrutura do solo é a chave para os processos biológicos, físicos e químicos e está relacionada às funções ecossistêmicas exercidas por este recurso natural. A estrutura é influenciada diretamente pela biologia do solo, sendo fator determinante da qualidade e do equilíbrio da biodiversidade do solo. Portanto, a agregação de boa qualidade traz efeitos positivos e benéficos às propriedades do solo e ao desenvolvimento das plantas, por outro lado, quando as partículas se encontram dispersas, desagregadas ou muito coesas, os resultados são muito adversos à qualidade do solo e à atividade agrícola.

Partindo do princípio de que o enriquecimento dos microrganismos edáficos pode trazer como consequência melhorias para qualidade física do solo, o presente trabalho avaliou o efeito da descompactação dos tratamentos tanto do experimento 1 quanto do experimento 2 a partir dos valores de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) obtidos em kPa. As análises das curvas estabelecidas para os dois experimentos e, para cada tratamento em relação as principais camadas do solo podem ser observadas nas FIGURAS 2 e 3.

Observando o perfil das curvas estabelecidas para os tratamentos do experimento 1 (FIGURA 2), foi possível aferir que, no geral, o nível de compactação dos solos entre os tratamentos foi o mesmo com alguns ganhos consideráveis sob a presença do Microgeo®. O menor nível de compactação encontrado depois dos tratamentos foi para o T1 (1.100 kPa) seguido do T3 com picos máximo entre 1.200 a 1.600 kPa. Em ambos, há presença do Microgeo® levando a considerar que o produto pode estar contribuindo para a redução da compactação do solo pelo teste de RMSP.

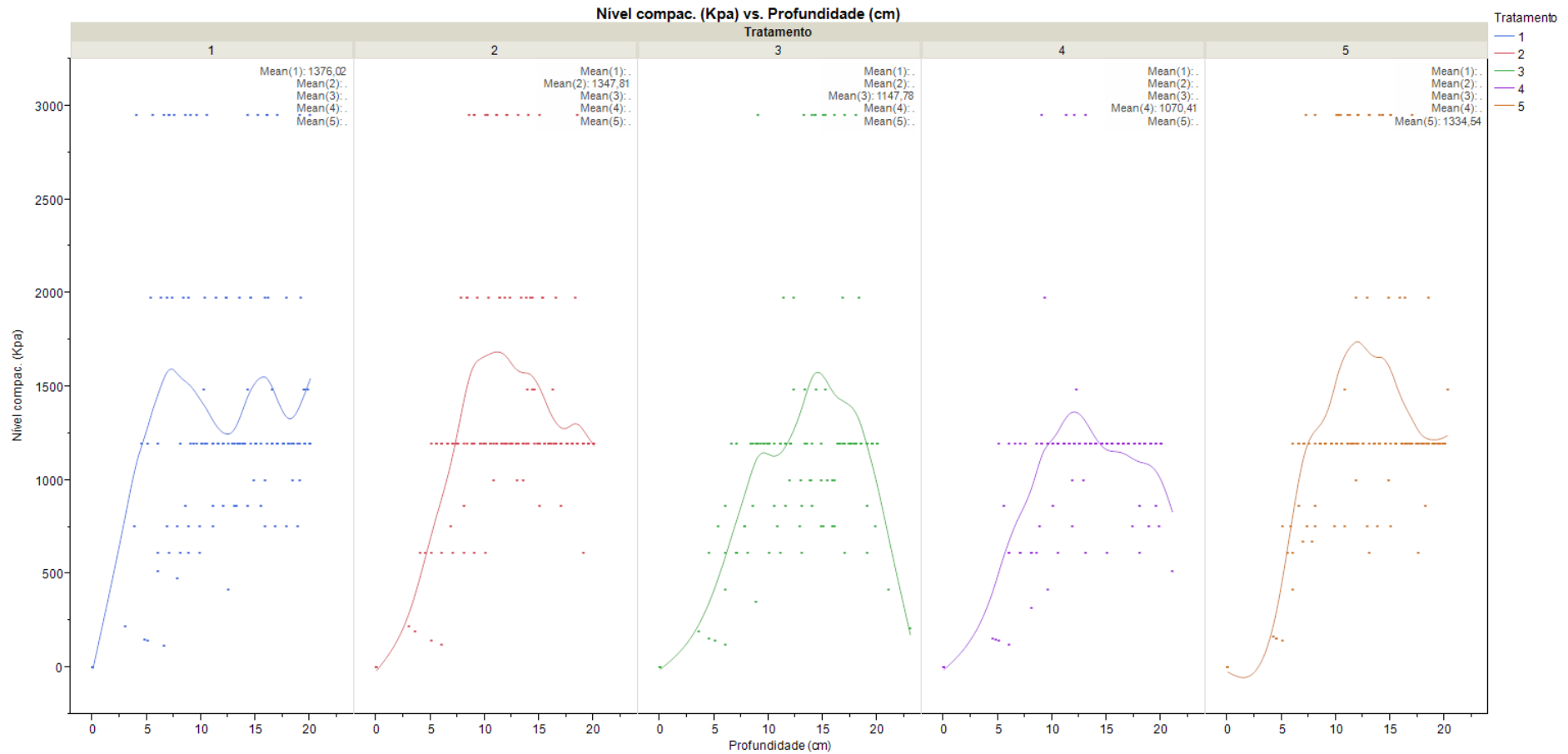
Não há, em face das limitações envolvidas, metodologia analítica quantitativa que seja totalmente aceitável para avaliar a estrutura do solo. Os métodos existentes determinam de forma indireta os efeitos das alterações na estrutura do solo, mas não a caracterizam propriamente (REINERT e REICHERT, 2006). Dentro deste contexto, relacionar valores de compactação com a presença de microrganismos pode apontar sobre melhorias que possam estar sendo promovidas naquele solo que estiver sob um programa de recuperação. Portanto, observando a TABELA 5, enquanto o T1 apresentou uma UFC de 138,83, o T3 com 176,75 de células viáveis foi o que melhor apontou para uma recuperação da área a curto e médio prazo. Ainda sobre o T1, é possível visualizar na figura, que o intervalo de profundidade onde houve redução da compactação envolve uma amplitude maior, de 10 a 20 cm de profundidade, quando comparado com o T3 que tem uma redução somente entorno dos 10 cm.

FIGURA 2. NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO (KPA) OBTIDOS POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO (RMSP) EM RELAÇÃO A PROFUNDIDADE (CM) SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS SOB PRESENÇA E AUSÊNCIA DE BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO® E PALHADA RESIDUAL (EXPERIMENTO 1).



1 - COM PALHADA RESIDUAL + MICROGEO® 150 L/HA, 2 - COM PALHADA RESIDUAL E SEM MICROGEO®, 3 - SEM PALHADA RESIDUAL + MICROGEO® 150 L/HA, 4 - SEM PALHADA E SEM MICROGEO®

FIGURA 3. NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO (KPA) OBTIDOS POR DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO A PENETRAÇÃO (RMSF) EM RELAÇÃO A PROFUNDIDADE (CM) SUBMETIDOS A APLICAÇÕES COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO® (EXPERIMENTO 2).



1 - Testemunha, 2 - T2 - 75 l/ha, 3 - 150 l/ha, 4 - 300 l/ha, 5 - 450 l/ha

Avaliando os níveis de compactação em relação aos testes de concentração do produto (experimento 2; FIGURA 3), o destaque vai para o tratamento T4 cuja a concentração representa 2 vezes a dose comercial recomendada. A profundidade recuperada neste tratamento implica nos valores entorno de 10 cm de profundidade. Os outros tratamentos (T2, T3 e T5) que receberam o Microgeo[®] não se diferiram entre si quanto a redução da descompactação do solo e nem do controle sem o produto. Estes resultados confirmam a necessidade da longevidade experimental a fim de permitir a obtenção de diferenças mais significativas quanto a redução da compactação.

Estudos de recuperação de porosidade como os realizados por Alves e Suzuki (2004) vêm demonstrando que é possível melhorar este atributo através de técnicas como aumento de matéria orgânica pela utilização do plantio direto favorecendo assim a micro, meso e macrofauna além dos microorganismos do solo que atuam diretamente na reestruturação dos solos. Neste trabalho, os autores conseguiram melhorar a macroporosidade do solo de $0,069 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ para $0,075 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (10-20cm) e de $0,106 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ para $0,120 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (20-40cm) refletindo em posteriores ganhos agronômicos. Conseguiram demonstrar também, que houve uma diferença de $0,156$ para $0,167 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (0-10cm), $0,155$ para $0,172 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (10-20cm) e $0,181$ para $0,208 \text{ m}^3\text{m}^{-3}$ (20-40cm) na umidade de solos sob condições de plantio direto em relação ao convencional.

Observando melhor os tratamentos do experimento 1 (TABELA 5), que se refere aos aspectos agronômicos e biológico obtidos a partir de plantas de soja e solos submetidos a diferentes tratamentos sob presença e ausência do Microgeo[®] com e sem a conservação da palhada residual, foi possível observar que não houve alteração na altura da inserção da primeira vagem (AIPV) e na altura das plantas (AP). Porém, tanto os valores obtidos para o número de vagem por planta (NVP) quanto para o número de grãos por vagem (NGP) conseguiram demonstrar um determinado ganho produtivo. O destaque para os dados agronômicos vai para os tratamentos T3 (Sem palhada residual + Microgeo[®]) e T1 (Com palhada residual + Microgeo[®]) que apresentaram, respectivamente 85,05 e 80,05 vagens por planta. O menor número de vagem (64,60) foi encontrado no tratamento T4 (sem palhada e sem Microgeo[®]).

TABELA 5. ASPECTOS AGRONÔMICOS E BIOLÓGICO OBTIDOS A PARTIR DE PLANTAS DE SOJA E SOLOS SUBMETIDOS A DIFERENTES TRATAMENTOS SOB PRESENÇA E AUSÊNCIA DE BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO® E PALHADA RESIDUAL.

TRATAMENTOS		AIPV*	AP*	NVP*	UFC**
T1	Com palhada residual + Microgeo®	15,27 ^{ns}	100,1 ^{ns}	80,05 ^{ab}	138,83 ^{ab}
T2	Com palhada residual	13,80 ^{ns}	99,07 ^{ns}	70,10 ^{ab}	160,58 ^a
T3	Sem palhada residual + Microgeo®	14,42 ^{ns}	98,82 ^{ns}	85,05 ^a	176,75 ^a
T4	Sem palhada	15,45 ^{ns}	98,02 ^{ns}	64,60 ^b	89,00 ^b

AIPV: ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM (CM); AP: ALTURA DAS PLANTAS (CM); NVP: NÚMERO DE VAGEM POR PLANTA; UFC: CONTAGEM DA UNIDADE FORMADORA DE COLÔNIAS PURAS/ISOLADAS. *MÉDIAS SEGUIDAS DE MESMAS LETRAS MINÚSCULAS NAS COLUNAS NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. **TESTE NÃO PARAMÉTRICO PELO MÉTODO DE DUNN PAR A PAR.

Mesmo reforçando a importância de se avaliar o tempo e a periodicidade de aplicação do biofertilizante tipo Microgeo® para de fato alcançar dados mais robustos e significativos, ainda assim, os valores agronômicos apontaram que não é preciso ganhar em porte de planta para se obter saldos produtivos e que ainda, é possível que estes valores estejam apontando que, o reforço nutricional dos microrganismos tenha promovido uma melhor eficiência da planta em deslocar nutrientes diretamente para o grão, produto final do ciclo reprodutivo da cultura.

Quanto a avaliação biológica, o tratamento T3 foi o que obteve o melhor número de células viáveis (176,75) seguido do T2 somente com palhada (160,58). O pior valor para UFC também ficou para o T4 (89,00) sem presença de palhada e sem aplicação de Microgeo®. Estes dados apontam que o Microgeo® é um produto capaz de melhorar a riqueza da microbiota do solo de modo geral. Isto se confirma ao comparar o manejo do T1 com o manejo do T3, que mesmo sem a presença da palhada, mas sob aplicação do Microgeo® conseguiu contribuir para aumentar o número de células viáveis neste solo.

A questão aqui se debruça sobre a qualidade da palhada que é deixada sobre o solo quando submetido periodicamente a sistemas de plantio intensivo sob rotação de soja e milho. Instituições com o Parque Tecnológico Itaipu (PTI), Federação Brasileira de Plantio Direto e Irrigação (Febrapdp) e da Itaipu Binacional (apud SRI, 2017) vem demonstrando a necessidade emergente de se estabelecer programas regionais de manutenção dos sistemas de revolvimento mínimo que foram sendo instalados durante os anos de cultivo de soja nas diferentes regiões produtoras.

Pesquisas apontam que plantio de soja associado a manejos de cobertura e produção em sistemas integrados tem proporcionado melhorias para a manutenção

da longevidade do plantio direto (PD). Em solos de igual declividade, o SPD reduz em cerca de 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há revolvimento do solo (OLIVEIRA et al., 2002).

Em relação aos dados do experimento 2 (TABELA 6), foi possível observar que tanto para o aspecto agrônômico NVP (79,85) quanto NGV (208,75), o melhor tratamento foi o T2 com metade da concentração recomendada pelo fabricante. Porém este mesmo tratamento foi o que apresentou a menor número de UFC (146,75). O maior valor encontrado para o aspecto ecológico (UFC) foi para o controle (T1), sem a aplicação do Microgeo®. Estes dados apontam para a boa eficiência nutricional do Microgeo®, ou seja, que os microrganismos por ele adicionados a MO são eficientes na decomposição do mesmo, portanto, na disponibilidade de nutrientes diretamente para as plantas, mesmo utilizando metade da dose recomendada pelo fabricante.

Por outro lado, todas as concentrações do Microgeo® utilizadas no experimento 2 (TABELA 6) apresentaram redução da UFC em relação ao controle sem a adição do mesmo, portanto, teoricamente, representando a microbiota natural do solo experimental. Com este panorama, é possível levar a discussão sobre os reais benefícios promovidos por fertilizantes biológicos. Há que se obter atributos que possam aferir sobre o que são contribuições nutricionais diretas, já que os rejeitos orgânicos utilizados representam grandes fontes principalmente de carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre, e o que são agregações reais do ponto de vista da física do solo promovidas pela introdução e/ou estímulo dos microrganismos adicionados.

TABELA 6. ASPECTOS AGRONÔMICOS E BIOLÓGICO OBTIDOS A PARTIR DE PLANTAS DE SOJA E SOLOS SUBMETIDOS A APLICAÇÕES COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO BIOFERTILIZANTE TIPO MICROGEO®.

TRATAMENTOS ¹		AIPV*	AP*	NVP*	NGP*	UFC**
T1	Controle	15,45 ^{ns}	106,05 ^{ns}	67,15 ^{ns}	166,40 ^b	199,41 ^{ns}
T2	75 l/ha	15,07 ^{ns}	104,85 ^{ns}	79,85 ^{ns}	208,75 ^a	146,75 ^{ns}
T3	150 l/ha	15,57 ^{ns}	106,72 ^{ns}	74,50 ^{ns}	190,65 ^{ab}	191,83 ^{ns}
T4	300 l/ha	15,22 ^{ns}	105,82 ^{ns}	74,90 ^{ns}	190,75 ^{ab}	181,41 ^{ns}
T5	450 l/ha	15,27 ^{ns}	104,92 ^{ns}	77,85 ^{ns}	199,75 ^{ab}	190,50 ^{ns}

¹CONCENTRAÇÕES DEFINIDAS A PARTIR DA RECOMENDAÇÃO DO PRODUTO COMERCIAL FORNECIDO PELA MICROBIOL BIOTECNOLOGIA (RECOMENDAÇÃO: 150 LITROS/HA). AIPV: ALTURA DE INSERÇÃO DA PRIMEIRA VAGEM (CM); AP: ALTURA DAS PLANTAS (CM); NVP: NÚMERO DE VAGEM POR PLANTA; NGP: NÚMERO DE GRÃO POR PLANTA; UFC: CONTAGEM DA UNIDADE FORMADORA DE COLÔNIAS PURAS/ISOLADAS. *MÉDIAS SEGUIDAS DE MESMAS LETRAS MINÚSCULAS NAS COLUNAS NÃO DIFEREM ENTRE SI PELO TESTE DE TUKEY A 5% DE PROBABILIDADE. **TESTE NÃO PARAMÉTRICO PELO MÉTODO DE DUNN PAR A PAR.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Experimento 1

1. Os tratamentos que receberam o adubo biológico Microgeo® (T1 e T3, experimento 1) apresentaram redução na compactação do solo;

3. Os tratamentos que receberam o adubo biológico Microgeo® (T1 e T3, experimento 1) permitiram melhores valores agronômicos para os aspectos NVP e NGP demonstrando que houve ganho produtivo;

Experimento 2

2. A concentração de duas vezes a dose comercial do Microgeo® (T4, experimento 2) foi a que mais contribuiu para a redução da compactação da área avaliada;

4. A concentração pela metade da dose comercial do Microgeo® (T2, experimento 2) foi a que apresentou os melhores ganhos agronômicos (NVP e NGP).

6 REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. E. A. S., **Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas**. Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/1953/1308> > Acesso em: 14 de março de 2017.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. Soil structure: classification and genesis. Em: WOHLBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Seção VI - Manejo E Conservação Do Solo E Da Água. **Dinâmica da Agregação de um Solo Franco-Arenoso em Cinco Sistemas de Culturas em Rotação e em Sucessão**. 2004. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v28n5/22824.pdf> > Acesso em: 14 novembro de 2016.

BAVOSO, M. A., **Resiliência física de solos sob plantio direto**. Universidade Federal de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”. Piracicaba – São Paulo, 2012.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLLODI, R. & CASSOL, L.C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. 1999. Em: WOHLBERG, E. V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Seção VI - Manejo E Conservação Do Solo E Da Água. **Dinâmica da Agregação de um Solo Franco-Arenoso em Cinco Sistemas de Culturas em Rotação e em Sucessão**. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v28n5/22824.pdf> > Acesso em: 14 novembro de 2016.

COELHO, A. M.; DE FRANÇA, G. E.; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C.; HERNANI, L. C., Cultivo do Milho. **Fertilidade de solos**. Embrapa Milho e Sorgo. 6ª edição. 2010. Disponível em: < http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/feraduba.htm > Acesso em: 17 de junho de 2017.

CORREIA, M. E. F., De OLIVEIRA, L. C. M. **Importância da Fauna de Solo para a Ciclagem de Nutrientes**. Embrapa. 2006. Disponível em: < <http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/recursos/biotacap4ID-QOAsuHeSsM.pdf> > Acesso em: 14 novembro de 2016.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; DE ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; SANTANAD. P., **Plantio Direto**. Sistema de Plantio Direto de milho. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 20???. Disponível em: < http://www.agencia.cnpia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html > Acesso em: 1 de junho de 2017.

EMBRAPA, C.N.P.S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2014. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/solos/sibcs/solos-do-brasil> > Acesso em: 16 de junho 2017.

FIORIN, J. E. **Rotação de culturas e plantas de cobertura do solo**. In: FIORIN, J.E. Manejo e fertilidade do solo no sistema plantio direto. Passo Fundo: Berthier. 2007. p.145-184.

FIORIN, J.E.; VENZKE FILHO, S.P. **Reestruturação do solo com microgeo®**. Arquivo de pesquisas Microgeo®. 201?. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/ns/pesquisas-e-resultados> > Acesso em: 26 outubro de 2016.

HAMZA, M.A. & ANDERSON, W.K. Soil compaction incropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil Till. Res., 82:121-145, 2005. Em: MAZURANA, M., FINK, J. R.; DA SILVEIRA, V. H.; LEVIEN, R.; ZULPO, L.; & BREZOLIN, D., **Propriedades Físicas do Solo e Crescimento de Raízes de Milho em um Argissolo Vermelho Sob Tráfego Controlado de Máquinas**. 2013. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n5/08.pdf> > Acesso em: 20 de junho de 2017.

HERNANI, L. C., **Microrganismos**. Agência Embrapa de Informação Técnica – Embrapa. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/sistema_plantio_direto/arvore/CONT000fwuzxobq02wyiv807fiqu9mw1rx0t.html > Acesso em: 28 de junho de 2017.

IAPAR, Instituto Agrônomo do Paraná. **Séries Históricas**. Disponível em: < http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Palotina.htm > Acesso em: 10 novembro de 2016.

MANZATTO, C. V.; de FREITAS JUNIOR, E.; PERES, J. R. R.; **Uso Agrícola dos Solos Brasileiros**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ. 2002.

MICROGEO. Microbiol Biotecnologia. **Manual técnico**. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/ns/o-que-e> > Acesso em: 26 outubro de 2017.

MICROGEO. Microbiol Biotecnologia. **Pesquisas e Resultados**. Disponível em: < <http://www.microgeo.com.br/ns/pesquisas-e-resultados> > Acesso em: 26 outubro de 2017.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do solo**. 2 ed. atual. e ampl. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. e BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. Tópicos em Ciência do Solo, Viçosa, v. 2, p.393-486, 2002.

OLIVEIRA, I. P.; SOARES, M.; MOREIRA, J. A. A.; ESTRELA, M. F. C.; DALL'ACQUA, F. M.; PACHECO FILHO, O.; ARAUJO, R. S., Resultados técnicos e econômicos da aplicação de biofertilizante bovino nas culturas de feijão, arroz e trigo. 1986. Em: PINTO, L. P., Avaliação microbiológica de biofertilizante. **Avaliação Microbiológica e Agrônoma de Subprodutos de Biodigestores Tratados com Rejeitos Suínos Utilizados Como Biofertilizantes**. Universidade Federal do Paraná, Palotina PR. 2016. Disponível em < <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/47505/LUANA%20PATRICIA%20PINTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em: 16 de junho de 2017.

PAIVA, A. Q.; de ARAÚJO, Q. R., **Fundamentos do Manejo e da Conservação dos Solos na Região Produtora de Cacau da Bahia**. Itabuna – Bahia. 2012. Disponível

em: < http://conservacaoprodutiva.com.br/wp-content/uploads/2012/09/FUNDAMENTOS_SOLO.pdf > Acesso em: 28 de maio de 2017.

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M., **Propriedades física do solo**. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais. Rio Grande do Sul, 2006. Disponível em: < https://www.agro.ufg.br/up/68/o/An_lise_da_zona_n_o_saturada_do_solo_texto.pdf > Acesso em: 4 de junho de 2017.

REVISTA GLOBO RURAL. **4 fatores que causam degradação do solo na agricultura**. 2014. Disponível em: < <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/12/4-motivos-que-causam-degradacao-do-solo-na-agricultura.html> > Acesso em: 10 de novembro 2016.

SILVA, ALIEZE N. DA; FIORIN, JACKSON E.; WYZYKOWSKI, TIAGO. **Efeito Da Aplicação De Microgeo® Na Qualidade Física Do Solo Em Áreas De Produção De Grãos Sob Plantio Direto**. Disponível em: < [3http://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/2014/GRADUACAO/Resumo%20Expandido%20Agrarias%20Exatas%20e%20Ambientais/EFEITO%20DA%20APLICACAO%20DE%20MICROGEO%20NA%20QUALIDADE%20FISICA%20DO%20SOLO%20EM%20AREAS%20DE%20PRODUCAO](http://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/2014/GRADUACAO/Resumo%20Expandido%20Agrarias%20Exatas%20e%20Ambientais/EFEITO%20DA%20APLICACAO%20DE%20MICROGEO%20NA%20QUALIDADE%20FISICA%20DO%20SOLO%20EM%20AREAS%20DE%20PRODUCAO) > Acesso em: 5 de outubro de 2016.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BORTOLUZZI, E. C. **Soil water dynamics related to the degree of compaction of two Brazilian Oxisols under no-tillage**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.33, n. 5, p.1097-1104, 2009.

SNA/RJ. Especialistas defendem criação de uma política nacional do solo. **Sociedade Nacional de Agricultura**. 2014. Disponível em: < <http://sna.agr.br/especialistas-defendem-criacao-de-uma-politica-nacional-do-solo/> > Acesso em: 9 de novembro 2016.

SRI. Sistema Regional de Inovação. **Propriedades do Oeste terão diagnóstico agrícola sobre plantio direto**. Paraná, 2017. Disponível em: < <http://sri.oesteemdesenvolvimento.com.br/news/detail;jsessionid=3644F0090854E1B00AE554B368ED1952?id=53> > Acesso em: 17 de junho de 2017.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. R. Bras. Ci Solo, Campinas, v15, p.229-235,1991.

XAVIER, F. A. da S.; MAIA, S. M. F.; de OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. de S., **Biomassa Microbiana E Matéria Orgânica Leve Em Solos Sob Sistemas Agrícolas Orgânico E Convencional Na Chapada Da Ibiapaba - Ce⁽¹⁾**. 2006. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v30n2/a06v30n2> > Acesso em: 10 de junho de 2017.