

Microrganismos do solo como indicadores da eficiência de corretivos agrícolas

A técnica de calagem é utilizada para modificar e equilibrar o potencial hidrogeniônico (pH) dos solos, podendo influenciar na microbiota destes. Os microrganismos agem como um indicador biológico, importante por sua capacidade em responder rapidamente às alterações no solo e por sua participação em diversos processos necessários para o bom desenvolvimento das culturas. Desta forma, objetivou-se avaliar os microrganismos do solo como indicadores da eficiência de corretivos agrícolas ao longo do tempo. Para isso, foi coletada a camada superficial de um solo arenoso, e por meio de análise química obtido à necessidade de calagem, sendo estabelecido os seguintes tratamentos: T1 – Testemunha (solo sem correção); T2 - Calcário Calcítico convencional (42% CaO e 2% MgO); T3 - Produto A - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio; T4 - Produto B - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio + bactérias *Lactobacillus* + leveduras *Saccharomyces*. As amostras para análise microbiológica foram coletadas antes da aplicação dos tratamentos e aos 30, 60 e 90 dias após aplicação. Foram pesados 10 g de solo a cada 5 cm de profundidade e estes diluídos em série a 10⁻⁴, de onde foi retirada uma alíquota de 0,1 mL e disposta sob o meio ágar batata dextrose. A aplicação dos corretivos de solo não proporcionou variação significativa dos valores de pH o período avaliado. E ocorreram alterações na população de bactérias e fungos presentes nas amostras de solo em todas as profundidades e tratamentos avaliados ao longo do tempo, porém de forma não significativa. Assim, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas futuras que avaliem os grupos microbianos afetados pelos corretivos, pois quantitativamente não foram observadas diferenças significativas.

Palavras-chave: Acidez do solo; Calcário; Sustentabilidade.

Soil microorganisms as indicators of agricultural correction efficiency

The liming technique is used to modify and balance the hydrogenic potential (pH) of soils, which can influence their microbiota. Microorganisms act as a biological indicator, important for their ability to respond quickly to changes in the soil and for their participation in several processes necessary for the good development of crops. Thus, the objective was to evaluate soil microorganisms as indicators of the efficiency of agricultural correctives over time. For this, the superficial layer of a sandy soil was collected, and through chemical analysis obtained the need for liming, being established the following treatments: T1 – Control (soil without correction); T2 - Conventional Calcitic Limestone (42% CaO and 2% MgO); T3 - Product A - 48% calcium oxide + 34.3% calcium + 1% magnesium oxide + 0.6% magnesium; T4 - Product B - 48% calcium oxide + 34.3% calcium + 1% magnesium oxide + 0.6% magnesium + *Lactobacillus* bacteria + *Saccharomyces* yeasts. Samples for microbiological analysis were collected before the application of treatments and at 30, 60 and 90 days after application. 10 g of soil were weighed every 5 cm of depth and these were serially diluted to 10⁻⁴, from which an aliquot of 0.1 mL was taken and placed on potato dextrose agar medium. The application of soil amendments did not provide significant variation in pH values during the evaluated period. And there were changes in the population of bacteria and fungi present in soil samples at all depths and treatments evaluated, but not significantly. Thus, it is suggested the development of future researches that evaluate the microbial groups affected by the correctives, because quantitatively significant differences were not observed.

Keywords: Soil acidity; Limestone; Sustainability.

Topic: **Microbiologia Agrícola e Ambiental**

Received: **02/02/2022**

Approved: **24/02/2022**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Bárbara Maria Lustr

Universidade Cesumar, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/9489628717027200>

barbara_gaiotti@hotmail.com

Francieli Gasparotto

Universidade Cesumar, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2673470812353146>

<http://orcid.org/0000-0002-4038-7364>

franciapg@gmail.com

Natália Caetano Vasques

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5359170763627832>

<http://orcid.org/0000-0002-4188-5293>

natalia.caetanovasques@hotmail.com

Thais de Oliveira Iácono Ramari

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8431394160883200>

thaisiacono@yahoo.com.br

Edison Schmidt Filho

Universidade Cesumar, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7605628504842582>

<http://orcid.org/0000-0001-9727-5024>

edison.schmidt@unicesumar.edu.br

Edneia Aparecida de Souza Paccola

Universidade Cesumar, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/5090759600495959>

<http://orcid.org/0000-0002-3182-3224>

edneia.paccola@unicesumar.edu.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0004

Referencing this:

LUSTRI, B. M.; GASPAROTTO, F.; VASQUES, N. C.; RAMARI, T. O. I.; SCHMIDT FILHO, E.; PACCOLA, E. A. S.. Microrganismos do solo como indicadores da eficiência de corretivos agrícolas. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.13, n.2, p.41-49, 2022. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.002.0004>

INTRODUÇÃO

Dos primórdios à atualidade, os sistemas agrícolas passaram por mudanças conceituais e tecnológicas decorrentes de transformações econômicas, sociais e ambientais (YAN et al., 2020), contribuindo com a alta produtividade por meio de práticas como a monocultura, mecanização agrícola para o cultivo intensivo do solo, e utilização de agroquímicos, como os fertilizantes sintéticos, inseticidas e herbicidas. Algumas destas práticas, embasadas na economia de mercado e inovação tecnológica, resultaram na degradação de ecossistemas naturais, erosão e redução da fertilidade dos solos (BASTOS et al., 2019).

Os manejos convencionais e atividades agrícolas no solo, que causam a remoção da cobertura vegetal podem provocar desequilíbrios nos ecossistemas em virtude dos tipos de manejo empregados (FREITAS et al., 2015). Os efeitos de manejo inadequado, sobretudo na qualidade do solo, são evidenciados pela diminuição de sua fertilidade e alteração de seus atributos (PORTUGAL et al., 2010), além da redução na diversidade biológica, fatores que, em maior ou menor grau, reduzem as oportunidades e flexibilidades relacionadas aos serviços ecossistêmicos (NOVAK, 2017).

A degradação de um ambiente pode ser quantificada, entre outros, pela avaliação e monitoramento de atributos do solo sensíveis às alterações pelo uso e manejo ao longo do tempo, tais como pH, saturação por bases e teores de nutrientes (NASCIMENTO et al., 2014) entre outros atributos químicos. Compreender as interações entre a biodiversidade vegetal, as propriedades químicas e os efeitos das alterações no solo são fundamentais nas práticas de restauração em áreas degradadas (MUELLER et al., 2014). Em longo prazo, essas avaliações servem como instrumento para o monitoramento da conservação ambiental, pois permitem caracterizar a situação atual, alertar para situações de risco e, por vezes, prever situações futuras, especialmente quando a vegetação nativa é adotada como ecossistema de referência (CARDOSO et al., 2011).

A acidez influencia diretamente o potencial produtivo dos solos brasileiros (SILVA et al., 2018), pois estes são caracteristicamente representados por soluções ácidas, isto é, o alto teor de íons de hidrogênio livres (H⁺) conferindo aos mesmos pH baixos (BRILHANTE et al., 2017), podendo ser intensificado por práticas e produtos aplicados durante o cultivo e manejo do solo. Segundo Gomes (2020) essa condição ácida pode limitar o desenvolvimento radicular das plantas, reduzindo sua capacidade de absorção de água e nutrientes, desfavorecendo a produção agrícola brasileira.

Medidas que visem a neutralização do pH, por meio da adoção de práticas corretivas, são necessárias para evitar estes danos às culturas e manter a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Realizar a correção de todo o perfil do solo se torna importante para que o sistema radicular das plantas explore maior área, ocorrendo maior absorção de água e nutrientes, influenciando positivamente no seu crescimento e desenvolvimento (EZE et al., 2018). Esta correção muitas vezes é realizada por meio da calagem, processo que aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes, promove o aproveitamento dos fertilizantes aplicados, melhora a saturação de bases, bem como, torna insolúvel outros elementos, como o alumínio, promovendo a neutralização devido à elevação do pH, por exemplo (FONTOURA et al., 2019). Além disso, proporciona o

incremento nos teores de cálcio e magnésio no solo (ZANDONA et al., 2015).

A alteração do pH pode afetar a biomassa microbiana do solo (BMS), sua atividade e a relação bactéria/fungo, sendo esta considerada a parte viva e mais ativa do solo (CARDOSO et al., 2016), segundo Leal et al. (2021), o pH é um dos atributos físico-químicos do solo mais descritos por influenciar as diferentes comunidades microbianas que habitam os solos. Além do pH, outros fatores também podem alterar a BMS como a quantidade de material orgânico, aeração, umidade, temperatura, sistema de cultivo, adubação, rotação de culturas, textura do solo, entre outros (DIONÍSIO et al., 2016). Segundo Guo et al. (2020) a BMS é um indicador biológico importante por sua capacidade em responder rapidamente às alterações no solo, podendo ser utilizado para verificar a sustentabilidade dos sistemas produtivos. No entanto, por ser a parte mais viva e mais ativa da matéria orgânica do solo e por atuar em importantes processos bioquímicos, estudos mostram que os indicadores biológicos são mais sensíveis que os indicadores químicos e físicos para detectar com mais antecedência alterações que ocorrem no solo em função do seu uso e manejo (STOCKER et al., 2017).

Variações na BMS podem influenciar em diversos processos, pois estes microrganismos atuam na formação do solo, decomposição de materiais orgânicos, ciclagem de nutrientes, fixação de nutrientes como nitrogênio, liberação de fósforo, biorremediação, entre outros (HARTMAN et al., 2018; SOUZA et al., 2021). Segundo Holland et al. (2018) esses seres microscópicos são capazes de promover transformações bioquímicas dos nutrientes e fornecer elementos nutritivos às plantas. A BMS ainda contribui no aspecto físico do perfil do solo, na colonização, na decomposição da matéria orgânica e também na estabilidade de agregados dos solos (LOURENTE et al., 2011).

A manutenção do pH ótimo, entre 6 – 6,5 (DOWLING et al., 2018), se faz necessária tanto para desenvolvimento da BMS quanto para o desenvolvimento da maioria das culturas de interesse do agronegócio brasileiro, como a soja (FREITAS et al., 2017), milho (MORENO et al., 2021), feijão (SANTOS et al., 2017), entre outras. Deste modo, estudos que avaliam o desempenho de corretivos agrícolas por meio de neutralização de íons H⁺ ao longo do perfil do solo e a correlação com a BMS, tornam-se relevantes para o entendimento da dinâmica nos sistemas produtivos, na busca por uma agricultura mais sustentável. Desta forma, objetivou-se avaliar os microrganismos do solo como indicadores da eficiência de corretivos agrícolas ao longo do tempo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em duas etapas na Fazenda Experimental Biotec e no Laboratório de Microbiologia da Universidade Unicesumar, Maringá-PR. Para a realização do experimento foi coletada uma única camada superficial de 0 a 20 cm de um solo arenoso, coletado do município de Paranaíba-PR. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC) com 4 tratamentos: T1 - Testemunha (solo sem correção); T2 - Calcário Calcítico convencional (42% CaO e 2% MgO); T3 - Produto A - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio; T4 - Produto B - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio + bactérias *Lactobacillus* + leveduras

Sacharomyces, com quatro repetições por tratamento e 4 períodos de avaliação, sendo um antes da aplicação e 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos tratamentos.

As unidades experimentais foram compostas por um cilindro de pvc com 10 cm diâmetro e 20 cm altura, que foi completado com o solo arenoso homogeneizado, peneirado e seco. As amostras de solo foram umedecidas até a capacidade de campo dentro de cada cilindro, e foi aplicado superficialmente em cada tratamento a dose necessária para elevar a saturação de Ca a 65% e Mg a 15% na CTC, sendo necessários 17,6 g do calcário calcítico convencional e 4,2 g dos produtos A e B.

Após a aplicação dos corretivos, cada tratamento foi irrigado com uma lâmina de água de 50 mm e semanalmente estes foram irrigados com 10 mm por hora, durante 4 meses. Para a realização das análises microbiológicas e de pH em CaCl₂, sempre após a irrigação com a lâmina de água, foram retiradas de cada cilindro 4 amostras com 10 g a cada 5 cm de profundidade (0-5 cm; 5-10 cm; 10-15 cm; 15- 20 cm), sendo realizada a amostragem a cada 30 dias. As amostras coletadas foram acondicionadas em sacos de papel e enviadas para análise no laboratório de Microbiologia da UNICESUMAR, Maringá - Paraná.

Para determinação do pH as amostras de solos foram secas ao ar, moídas em moinho mecânico e peneiradas. Após a preparação, tiveram o pH determinado em CaCl₂ com auxílio de um peagômetro digital (EMBRAPA, 2011). Para determinação dos microrganismos, procedeu-se a técnica de diluição em série para bactérias e fungos utilizando-se do meio batata-dextrose-ágar (BDA).

As amostras de solo de 10g foram suspensas em 90 mL de solução salina esterilizada e após 30 minutos de agitação em mesa agitadora orbital a 250 rpm foram realizadas as diluições em série de cada tratamento. De cada uma das diluições foi pipetada uma alíquota de 0,1 mL e depositada em placas de Petri, contendo o meio BDA para o isolamento de fungos e bactérias, as amostras foram então espalhadas na superfície do meio com auxílio de uma alça de Drigalski estéril. A diluição utilizada foi 10⁻³ para fungos e bactérias, com quatro placas para cada tratamento.

As culturas foram incubadas no escuro, a temperatura constante de 28° C, por três dias para bactérias e cinco dias para fungos, sendo o resultado expresso em número de unidades formadoras de colônia por contagem (UFC). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, com auxílio do software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação dos corretivos avaliados em cada tratamento não alterou de forma significativa o pH das amostras do solo arenoso em nenhuma das profundidades durante o período experimental. Verificou-se uma pequena elevação aos 30 dias após a aplicação, principalmente com a aplicação do calcário calcítico (T2), porém não significativa (Gráfico 1).

A variação do pH na camada superficial dos solos pode favorecer alguns grupos de microrganismos. Schneider et al. (2011), avaliando o efeito de diferentes sistemas de manejo do solo associados ou não a calagem, verificaram que a aplicação de calcário foi benéfica para os atributos de colonização micorrízica e comprimento de micélio extrarradicular, sendo mais significativa no plantio direto.

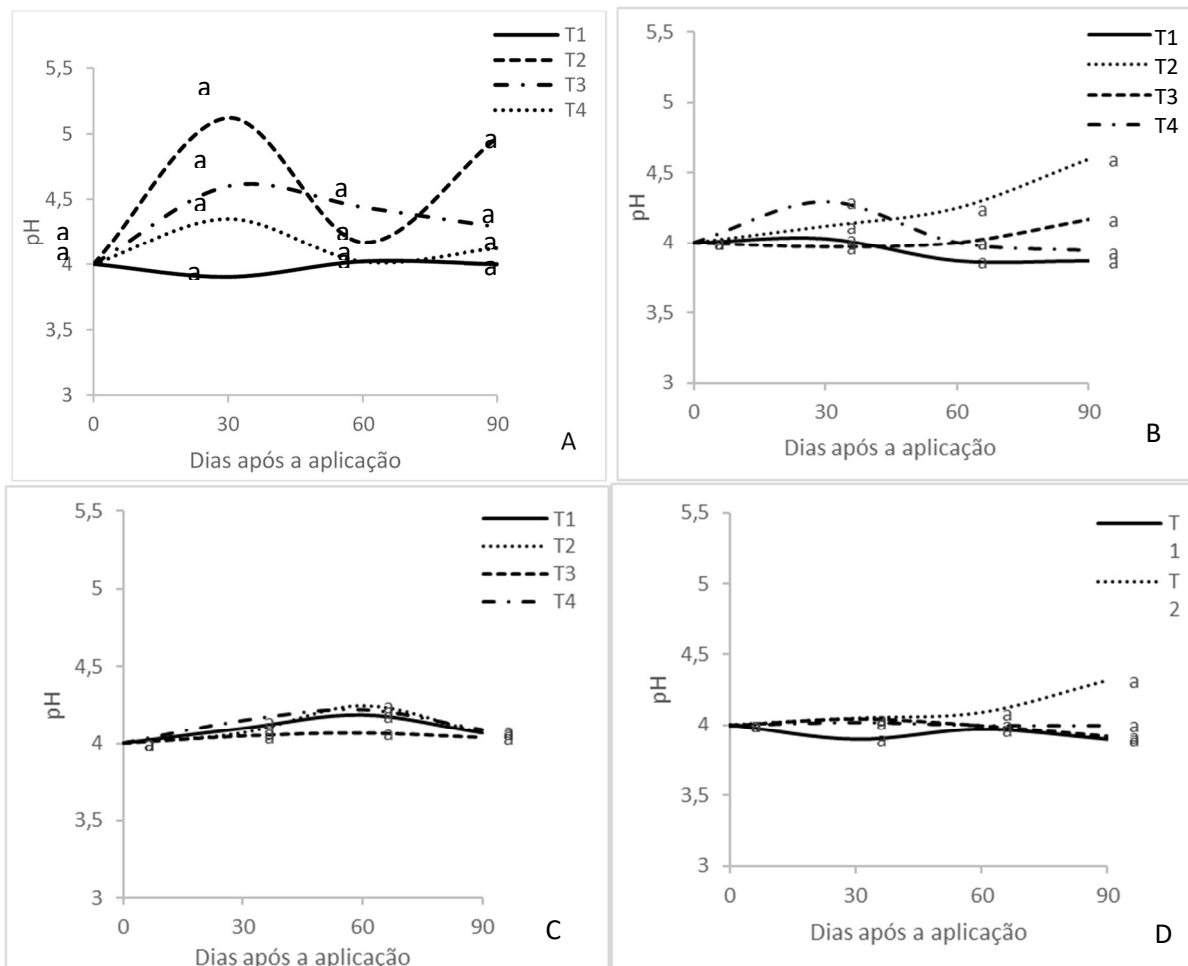


Gráfico 1: Valores médios do pH de amostras submetidas a aplicação de diferentes corretivos: A) Profundidade de 0-5 cm; B) Profundidade de 5-10 cm; C) Profundidade de 10-15 cm e D) Profundidade de 15-20 cm.

¹ Tratamentos: T1 - Testemunha (solo sem correção); T2 - Calcário Calcítico convencional (42% CaO e 2% MgO); T3 - Produto A - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio; T4 - Produto B - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio + bactérias *Lactobacillus* + leveduras *Sacharomyces*. ² Mesmas letras nas linhas do gráfico, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

Em relação à microbiota do solo arenoso, quando analisada a quantidade de unidades formadoras de colônia bacteriana (UFCB) da amostra inicial, retirada antes da aplicação dos tratamentos, esta apresentou 6×10^4 UFCB.g⁻¹ de solo. Após a aplicação dos tratamentos e o período de incubação de 30 dias, verificou-se na camada de 0 a 5 cm um decréscimo no número de UFCB, porém, sem diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). E ocorreram variações durante todo o período avaliado, com redução aos 60 dias e elevação novamente aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, este padrão foi observado até mesmo na testemunha. Ressalta-se que mesmo havendo um aumento de aproximadamente 3X no número de colônias no tratamento que recebeu o produto B, devido ao elevado coeficiente de variação entre as repetições, não se observou diferença significativa.

Na segunda profundidade, 5 a 10 cm, após 30 dias da aplicação dos tratamentos o T2 apresentou uma maior média das colônias, seguido de T3, T2 e T1, porém, não havendo diferença significativa entre estes. Tanto aos 60 DAA quanto aos 90 DAA observou-se um aumento de UFCB em todos os tratamentos, sem diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 1). Silva et al. (1997) explicam que a ação do calcário superficialmente (até 10cm de profundidade), tanto para correção do pH como para disponibilização de nutrientes, ocorre rapidamente; enquanto em camadas subsuperficiais pode levar até trinta e dois meses para ação efetiva.

Tabela 1: Número médio de unidades formadoras de colônias bacterianas totais em amostras de solo arenoso submetidas a diferentes tratamentos (UFCB x 10⁴ g⁻¹ de solo).

TRATAMENTOS ¹	PROFUNDIDADE (CM)			
	0-5	5-10	10-15	15-20
	30 DAA²			
T1	6,00a ³	1,75a	2,75a	2,75a
T2	5,25a	2,25a	2,50a	2,00a
T3	2,75a	2,00a	1,00a	3,25a
T4	2,50a	1,00a	3,25a	1,50a
60 DAA				
T1	2,50a	2,75 ^a	1,00a	2,75a
T2	5,75a	5,75 ^a	4,50a	4,75a
T3	2,75a	5,25 ^a	4,25a	3,25a
T4	2,50a	2,75 ^a	3,75a	2,25a
90 DAA				
T1	4,50a	8,75 ^a	11,25a	7,00a
T2	5,75a	3,75 ^a	6,50a	4,00a
T3	11,75a	9,75 ^a	7,50a	8,00a
T4	4,00a	8,00a	11,25a	6,75a

¹ Tratamentos: T1 - Testemunha (solo sem correção); T2 - Calcário Calcítico convencional (42% CaO e 2% MgO); T3 - Produto A - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio; T4 - Produto B - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio + bactérias *Lactobacillus* + leveduras *Sacharomyces*.

²DAA: Dias após a aplicação dos tratamentos;

³Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

Segundo Souza et al. (2018), o pH do solo além de estar ligado diretamente a disponibilidade de nutrientes está também vinculado a parte microbiológica. Como a variação do pH foi muito sutil neste tipo de solo entre os tratamentos, a população pode não ter sofrido interferência. Na grande maioria, os fungos são adaptados a condições de pH mais ácido (acidófilos), desenvolvendo-se melhor em valores de pH inferiores a 5,0, justificando assim a existência de diferentes classes microbiológicas, nas quais o crescimento pode ser favorecido ou desfavorecido devido a acidez do meio (LEITE et al., 2007).

De forma semelhante, na terceira profundidade (10-15 cm), ocorreram variações no número médio de UFCB, porém, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (Tabelas 1). O número médio de colônias de bactérias amostradas na maior profundidade, de 15 a 20 cm, aos 30 DAA, foi maior em T3, T1, T4 e T2. E aos 60 DAA, o T2 permaneceu com o maior número médio de colônias nas duas avaliações. Já aos 90 DAA, inicialmente o melhor resultado foi encontrado quando usado o produto B seguido do A e da testemunha, o menor número foi observado no tratamento com calcário calcítico (Tabela 1).

O número médio de unidades formadoras de colônias fúngicas (UFCF) presentes na amostra inicial do solo arenoso, retirada antes da aplicação dos tratamentos, foi de 1,5x10⁴ UFCF.g⁻¹ de solo. Em relação aos 30 DAA, observou-se um aumento no número de colônias em todos os tratamentos, com destaque para o tratamento com calcário calcítico (T2). Aos 60 DAA, com exceção da testemunha, todos os tratamentos apresentaram redução do número médio de colônias fúngicas. Na última avaliação aos 90 DAA, não houve crescimento fúngico em nenhuma repetição da testemunha e do tratamento com calcário calcítico (Tabela 2).

Como para as colônias bacterianas, observou-se variação na população de fungos, porém, sem diferença significativa entre os tratamentos aos 30, 60 e 90 DAA na profundidade 5 a 10 cm (Tabela 2). De forma semelhante, na terceira e quarta profundidade 10 a 15 cm e 15 a 20 respectivamente, ocorreram variações no número médio de UFCF, porém, não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos

(Tabela 2). Diante destes resultados obtidos no solo arenoso destaca-se que ocorreu variação no número de colônias isoladas tanto para bactérias quanto para fungos em todas as profundidades avaliadas, porém, estas variações não foram significativas.

Tabela 2: Número médio de unidades formadoras de colônias fúngicas totais em amostras de solo arenoso submetidas a diferentes tratamentos (UFCF x 10⁴ g⁻¹ de solo).

TRATAMENTOS ¹	PROFUNDIDADE (CM)			
	0-5	5-10	10-15	15-20
	30 DAA ²			
T1	0,50a ³	0,75a	0,00a	0,25a
T2	1,75a	1,75a	1,00a	1,00a
T3	0,75a	0,25a	1,25a	0,00a
T4	0,25a	0,00a	0,50a	0,50a
60 DAA				
T1	0,50a	0,50a	0,00a	0,00a
T2	0,25a	0,25a	0,25a	0,25a
T3	0,25a	0,25a	0,25a	0,00a
T4	0,50a	0,50a	0,00a	0,25a
90 DAA				
T1	0,00a	1,00a	0,50a	0,50a
T2	0,00a	0,50a	0,50a	0,75a
T3	2,50a	0,25a	0,50a	0,75a
T4	1,00a	0,50a	0,25a	0,75a

¹ Tratamentos: T1 - Testemunha (solo sem correção); T2 - Calcário Calcítico convencional (42% CaO e 2% MgO); T3 - Produto A - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio; T4 - Produto B - 48% de óxido de cálcio + 34,3% de cálcio + 1% de óxido de magnésio + 0,6% de magnésio + bactérias *Lactobacillus* + leveduras *Sacharomyces*. ²DAA: Dias após a aplicação dos tratamentos; ³Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott (5%).

De acordo com Berendsen et al. (2012) o solo pode ser caracterizado como um sistema dinâmico e biológico, no entanto, Duchicela et al. (2013) afirma que dentro desse dinamismo existem micro-habitats que variam devido as características físicas e químicas, como o pH. Deste modo, pode-se explicar a variação não significativa entre os tratamentos no solo arenoso, já que cada um se mostrou mais eficiente em algum momento da pesquisa. Tortora et al. (2000), os quais afirmam que, a população de microrganismos é maior nos poucos centímetros da superfície do solo, e declina rapidamente com a profundidade. A diferença da disponibilidade de nutrientes no decorrer do solo é um fator que pode explicar a variação do número de unidades formadoras de colônias visualizadas.

Por mais vezes, foi o tratamento que recebeu a aplicação do Produto B (T4), produto este caracterizado por possuir um conjunto de cepas de bactérias, que por sua vez se mostraram favoráveis para o desenvolvimento e reprodução da microbiota no meio desde o momento da sua aplicação. Não se sabe exatamente por qual motivo o pH do solo influencia o desenvolvimento microbiano, porém, sabe-se que a diversidade e a funcionalidade da microbiota são afetadas por este fator (CARDOSO et al., 2016).

Desta forma, neste trabalho, avaliou-se apenas a influência no número de UFC isoladas a partir das amostras de solo em cada tratamento, não levando em consideração a diferenciação, função, desenvolvimento e benefício gerado por tais colônias, sugere-se o desenvolvimento de pesquisas futuras que avaliem os grupos microbianos afetados pelos corretivos, pois quantitativamente não foram observadas diferenças significativas.

CONCLUSÕES

A aplicação dos corretivos não proporcionou variações significativas do pH do solo arenoso durante

o período avaliado. Ocorreram alterações na população de bactérias e fungos presentes nas amostras de solo em todas as profundidades e tratamentos avaliados, porém de forma não significativa. A avaliação quantitativa da população isolável de fungos e bactérias do solo não foi eficiente, nas condições deste experimento, para avaliação das alterações desencadeadas pelos corretivos agrícolas testados.

REFERÊNCIAS

BASTOS, H. H.; STOYANOVA, Z.. Impact of agriculture on soil pollution in Bulgaria. **Economics of Agriculture**, v.66, n.2, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5937/ekoPolj1902375H>

BERENDSEN, R. L.; PIETERSE, C. M. J.; BAKKER, P. A. H. M.. The rhizosphere microbiome and plant health. **Trends in Plant Science**, v.8, p.478-486, 2012. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.04.001>

BRILHANTE, S. A.; SANTOS, J. C. B.; SANTOS, J. V. S.; ARAÚJO, J. K. S.; FILHO, M. R. R.; CORRÊA M. M.. Weathering of rhyolites and soil formation in an Atlantic forest fragment in Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.47, p.1-18, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/18069657rbcs20160558>

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D.. **Microbiologia do solo**. 2 ed. Piracicaba: ESALQ, 2016.

CARDOSO, E. L.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; FREITAS, D. A. F.. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, p.613-622, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-06832011000200030>

DIONÍSIO, J. A.; PIMENTEL, I. C.; SIGNOR, D.; PAULA, A. M.; MACEDA, A.; MATANNA, A. L.. **Guia prático de biologia do solo**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2016.

DOWLING, A.; O'DWYER, J.; ADLEY, C. C.. Lime in the limelight. **Journal of Cleaner Production**, v.92, p.13-22, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.047>

EZE, S.; PALMER, S. M.; CHAPMAN, P. J.. Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. **Journal of Environmental Management**, v.223, p.74-84, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.013>

DUCHICELA, J.; SULLIVAN, T. S.; BONTTI, E.; BEVER, J. D.. Soil aggregate stability increase is strongly related to fungal community succession along an abandoned agricultural field chronosequence in the Bolivian Altiplano. **Journal of Applied Microbiology**, v.50, n.5, p.1266-1273, 2013. DOI: <http://doi.org/10.1111/1365-2664.12130>

EZE, S.; PALMER, S. M.; CHAPMAN, P. J.. Soil organic carbon stock in grasslands: Effects of inorganic fertilizers, liming and grazing in different climate settings. **Journal of Environmental Management**, v.223, p.74-84, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.013>

FONTOURA, S. M. V.; PIAS, O. H. C.; TIECHER, T.; CHERUBIN, M. R.; MORAES, R. P.; BAYER, C.. Effect of gypsum rates and lime with different reactivity on soil acidity and crop grain yields in a subtropical Oxisol under no-tillage. **Soil & Tillage**

Research, v.193, p.27-41, 2019. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.still.2019.05.005>

FREITAS, D. C. L.; MACEDO, C. K. B.; CONTE, E. D.; MAGRINI, F. P.; SCHENKEL, V. O.; NACTIGALL, G. R.; CÓSER, G. M. D. A. G.. Efeito de doses de gesso agrícola e alterações químicas ocorridas no perfil do solo em sistema de plantio direto consolidado cultivado com soja. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, p.1423-1436, 2017.

FREITAS, L.; CASAGRANDE, J. C.; OLIVEIRA, I. A.; CAMPOS, M. C. C.; OLIVEIRA, V. M. R.. Atributos químicos de Latossolo Vermelho submetido a diferentes manejos. **Revista Floresta**, v.45, n.2, p.229-240, 2015. DOI: <http://doi.org/10.5380/rf.45i2.30104>

GOMES, S. S.. **Assinatura magnética em áreas específicas de manejo na geração de protocolos de calagem**. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2020.

GUO, K.; ZHAO, Y.; LIU, Y.; CHEN, J.; WU, Q.; RUAN, Y.; LI, S.; SHI, J.; ZHAO, L.; SUN, X.; CHENFEI, L.; XU, Q.; QIN, H.. Pyrolysis temperature of biochar affects ecoenzymatic stoichiometry and microbial nutrient-use efficiency in a bamboo forest soil. **Geoderma**, n.363, p.114162, 2020. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.114162>

HARTMAN, K.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; WITWER, R. A.; BANERJEE, S.; WALSER, J. C.; SCHLAEPLI, K.. Cropping practices manipulate abundance patterns of root and soil microbiome members paving the way to smart farming. **Microbiome**, n.6, p.14, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1186/s40168-017-0389-9>

HOLLAND, J. E.; BENNETT, A. E.; NEWTON, A. C.; WHITE, P. J.; MCKENZIE, B. M.; GEORGE, T. S.; PAKEMAN, R. J.; BAILEY, J. S.; FORNARA, D. A.; HAYES, R. C.. Liming impacts on soils, crops and biodiversity in the UK: A review. **Science of the Total Environment**, v.610-611, p.316-332, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.020>

KNUPP, A. M.; FERREIRA, E. P. B.. Eficiência da quantificação do carbono da biomassa microbiana por espectrofotometria comparada ao método titrimétrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, n.4, p.588-595, 2011. DOI: <http://doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1071>

LEAL, M. L. A.; CHAVES, J. S.; SILVA, L. S.; SOARES, R. B.; NASCIMENTO, J. P. S.; MATOS, S. M.; TEIXEIRA JUNIOR, D. L.; BRITO NETO, A. F.. Effect of management systems and land use on the population of soil microorganisms. **Research, Society and Development**, v.10, n.9, p.e21910917966-e21910917966, 2021. DOI: <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.17966>

LEITE, L. F. C.; ARAÚJO, A. S. F.. **Ecologia microbiana do solo**.

Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2007.

LOURENTE, E. R. P.; MERCANTE, F. M.; ALOVISI, A. M. T.; GOMES, C. F.; GASPARINI, A. S.; NUNES, C. M.. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, n.1, p.20-28, 2011. DOI: <http://doi.org/10.5216/pat.v41i1.8459>

MORENO, A. L.; KUSDRA, J. F.; PICAZEVICZ, A. A. C.. Inoculação de rizobactérias no milho associada à adubação com nitrogênio e zinco na semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.2, p.96-100, 2021. DOI: <http://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n2p96-100>

MUELLER, B. C.; PAULA, F. S.; MIRZA, B. S.; RODRIGUES, J. L. M.; NÜSSLEIN, K.; BOHANNAN, B. J. M.. Links between plant and fungal communities across a deforestation chronosequence in the Amazon rainforest. **ISME Journal**, v.8, n.7, p.1548-1550, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1038/ismej.2013.253>

NASCIMENTO, P. C.; BISSANI, C. A.; LEVIEN, R.; LOSEKANN, M. E.; FINATO, T.. Uso da terra e atributos de solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.920-926, 2014. DOI: <http://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p920-926>

NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; PORTILHO, I. I. R.. Chemical and microbiological attributes under different soil cover. **Cerne**, v.23, n.1, p.19-30, 2017. DOI: <http://doi.org/10.1590/01047760201723012228>

PORTUGAL, A. F.; COSTA, O. D. V.; COSTA, L. M.. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.2, p.575-585, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-06832010000200032>

SCHNEIDER, J.; KLAUBER FILHO, O.; FONTOURA, S. M. V.; ALVES, M. V.. Influência de diferentes sistemas de manejo e calagem em experimento de longa duração sobre fungos micorrízicos arbusculares. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.4, p.701-709, 2011. DOI: <http://doi.org/10.1590/S1413-70542011000400008>

SILVA, F. C. S.; MOLIN, J. P.. On-the-go tropical soil sensing

for pH determination using ion-selective electrodes.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.53, n.11, p.1189-1202, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2018001100001>

SOUZA, L. H. N.; ARRUDA, R. O. M.. Revitalização de corpos d'água com o uso da biorremediação. **Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada**, v.4, n.1, p.37-45, 2021. DOI: <http://doi.org/10.33947/2595-6264-V4N1-4579>

SOUZA, F. R.; BARBOSA, E. S.; SILVA, O. M. C.; SOBRINHO, M. R. M.; TELES, G. C.; FREIRE, L. R.; BERBARA, R. L. L.. Influência da adubação verde na acidez do solo e na densidade de esporos de fungos micorrízicos arbusculares. In: **Elementos da Natureza e Propriedades do Solo**. Ponta Grossa: Atena, 2018. p.261-p.272. DOI: <http://doi.org/10.22533/at.ed.653182002>

ZANDONÁ, R. R.; BEUTLER, A. N.; BURG, G. M.; BARRETO, C. F.; SCHMIDT, M. R.. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.2, p.128-137, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1590/1983-40632015v4530301>

SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; OLIVEIRA, I. A.; PEREIRA, C. E.; CAMPOS, M. C. C.. Crescimento de cultivares de feijão-caupi em solo de terra firme e várzea. **Ambiência**, v.13, n.1, p.261-270, 2017. DOI: <http://doi.org/10.5935/ambiencia.2017.01.17nt>

SILVA, N.; VAN RAIJ, B.; CARVALHO, L. H. D.; BATAGLIA, O. C.; KONDO, J. I.. Efeitos do calcário e do gesso nas características químicas do solo e na cultura do algodão. **Bragantia**, v.56, n.2, p.389-401, 1997. DOI: <http://doi.org/10.1590/S0006-87051997000200018>

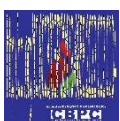
STÖCKER, C. M.; MONTEIRO, A. B.; BAMBERG, A. L.; CARDOSO, J. H.; MORSELLI, T. B. G. A.; LIMA, A. C. R.. Bioindicadores da qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa**, p.1-11, 2017.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L.. **Microbiologia**. 12 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

YAN, F.; NING, J.; SU, F.. Agricultural Evolution: process, pattern and water resource effect. **Applied Sciences**, v.10, n.15, 5065, 2020. DOI: <http://doi.org/10.3390/app10155065>

Os autores detêm os direitos autorais de sua obra publicada. A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detêm os direitos materiais dos trabalhos publicados (obras, artigos etc.). Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas ou digitais sob coordenação da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.

Todas as obras (artigos) publicadas serão tokenizadas, ou seja, terão um NFT equivalente armazenado e comercializado livremente na rede OpenSea (https://opensea.io/HUB_CBPC), onde a CBPC irá operacionalizar a transferência dos direitos materiais das publicações para os próprios autores ou quaisquer interessados em adquiri-los e fazer o uso que lhe for de interesse.



Os direitos comerciais deste artigo podem ser adquiridos pelos autores ou quaisquer interessados através da aquisição, para posterior comercialização ou guarda, do NFT (Non-Fungible Token) equivalente através do seguinte link na OpenSea (Ethereum).

The commercial rights of this article can be acquired by the authors or any interested parties through the acquisition, for later commercialization or storage, of the equivalent NFT (Non-Fungible Token) through the following link on OpenSea (Ethereum).



<https://opensea.io/assets/ethereum/0x495f947276749ce646f68ac8c248420045cb7b5e/4495187680044091584990248054507007864667408691356520679561157608690243600385/>