

Atributos físicos e químicos do solo e produção de milho e soja em função da aplicação de condicionador de solo

André da Costa¹, Agenor Hercílio de Freitas Neto², Carlos Szimsek³, Henrique Gobetti Murara⁴ e Leonardo Lehmkuhl⁵

Resumo – O uso de condicionadores de solo tem sido cada vez mais frequente nas lavouras com culturas de grãos pelos produtores no Alto Vale do Itajaí, SC. Neste aspecto, este estudo objetivou avaliar atributos químicos e físicos do solo e rendimento de grãos da soja (*Glycine max*) e milho (*Zea mays*) após a aplicação de doses de condicionador de solo em lavoura de plantio direto consolidado. O experimento foi conduzido em uma propriedade rural no município de Agronômica, SC, em duas áreas experimentais, uma cultivada com milho e outra com soja na safra de verão 2017/2018, ambas em sistema de plantio direto consolidado. O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições. Os tratamentos avaliados foram a aplicação das doses de 0 (testemunha), 10, 20 e 40 litros por hectare do condicionador de solo à base de Lignita, aplicadas sobre a palhada de ervilhaca e aveia antes da semeadura da soja e do milho. Avaliaram-se os teores de K trocável, de matéria orgânica, CTC_{pH 7,0'}, pH em água na camada de 0-5cm de profundidade, a macro, micro e porosidade total e a densidade do solo nas camadas 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20cm. Também se avaliou o rendimento de grãos do milho e da soja. Conclui-se que a aplicação de condicionador de solo não melhora os atributos químicos e físicos do solo, e não tem efeito sobre o rendimento de grãos de milho e soja nas doses avaliadas.

Termos para indexação: *Zea mays*; *Glycine max*; Potássio; Ácidos húmicos e fúlvicos.

Physical and chemical attributes of the soil and production of corn and soybean in function of application of soil conditioner

Abstract – The use of soil conditioners has been increasingly in grain crops farmers in the Alto Vale do Itajaí, SC. In this aspect, the objective of this study was to evaluate chemical and physical attributes of the soil and grain yield of corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*) after the application of different doses of soil conditioner in consolidated no-tillage. The experiment was carried out in a farm in the municipality of Agronômica, SC in two experimental areas, one cultivated with corn and the other with soybean in the 2017/2018 summer crop, both under a no-tillage system. The experimental design consisted of randomized blocks with three replications. The treatments were doses of Lignite-based soil conditioner: 0 (control), 10, 20 and 40 liters per hectare. The conditioner was applied on the vetch and oats straw before sowing the soybean and corn. It was evaluated the exchangeable K content, organic matter, CTC_{pH 7,0'}, pH in water in the 0-5 cm depth layer and the macro, micro and total porosity and soil density in the layers 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. The grain yield of corn and soybean was also evaluated. It is concluded that the application of soil conditioner does not improve the chemical and physical attributes of the soil, and has no effect on the yield of corn and soybean within the doses evaluated.

Index terms: *Zea mays*; *Glycine max*; Potassium; Humic and fulvic acids.

Introdução

As culturas do milho e da soja estão entre as mais cultivadas no mundo, devido à elevada demanda por esses

grãos em nível global (CONAB, 2021). As variações na produtividade e nos preços pagos pelo milho têm motivado muitos agricultores aumentar as suas áreas de produção de soja, sendo que, desde a

safra de 2006/2007, a área plantada com soja tem aumentado cada vez mais (CONAB, 2021). No Alto Vale do Itajaí, em Santa Catarina, muitos agricultores têm ampliado suas áreas de produção

Recebido em 03/02/2021. Aceito para publicação em 14/12/2021.

<https://doi.org/10.52945/rac.v35i1.1117>

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Est.do Redentor, 5665, Cx. Postal 441 - CEP 89163-356, Rio do Sul, SC, fone (47)3531 3700, e-mail: andre.costa@ifc.edu.br

² Engenheiro-agrônomo, Especialista. Analista Técnico Comercial. Yara Brasil Fertilizantes, Rua Manacá, 151, bairro Gabiroba, CEP 89180-000. Rio do Oeste, SC, fone (48) 9 954-9473, e-mail: agenor_hf@hotmail.com

³ Engenheiro-agrônomo, AGD-Sementes Agroceres via Unicampo, Rua Rinaldo Mezadri, nº 115, apto 09. Bairro Canoas - Rio do Sul, SC. CEP: 89164-006 Rio do Sul, SC, fone 47-996406308, e-mail: carlos_szimsek@hotmail.com

⁴ Estudante de Agronomia, Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Est.do Redentor, 5665, Cx. Postal 441 - CEP 89163-356, Rio do Sul, SC, fone (447)3531 3700, e-mail: henrico.gm@hotmail.com.br

⁵ Estudante de Agronomia, Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul. Est.do Redentor, 5665, Cx. Postal 441 - CEP 89163-356, Rio do Sul, SC, fone (447)3531 3700, e-mail: leonardo.lehmkuhl15@gmail.com

de soja nos últimos anos em detrimento das áreas antes ocupadas por milho, embora esta cultura continue tendo a área mais cultivada nessa região do Estado (CEPA, 2017).

O uso de fontes de matéria orgânica (MO) aplicadas ao solo é uma prática adotada desde o início da agricultura. A decomposição da biomassa do solo em compostos orgânicos origina um produto chamado de húmus, no qual os ácidos húmicos e os ácidos fúlvicos fazem parte de sua composição (CARON et al., 2015). Os produtos chamados de condicionadores de solo têm altas concentrações de MO, ácidos húmicos e ácidos fúlvicos que atuam modificando estruturas físicas, químicas e biológicas do solo, melhorando sua fertilidade e ajudando na restauração de solos degradados (CATUCHI et al., 2016). Alguns estudos demonstraram a influência das substâncias húmicas nas plantas, melhorando o enraizamento (CAVALCANTE et al., 2013), o crescimento e o desenvolvimento das raízes e estruturas aéreas, o que resultou em aumento de produtividade e qualidade da cultura (BORCIONI et al., 2016), e ganho econômico (MEIRELLES et al., 2017). Entretanto, novos estudos avaliando o efeito de aplicação de substâncias húmicas em culturas de grãos, como milho e soja, em condições de campo, ainda necessitam ser conduzidos.

Assim, os objetivos desse estudo foram avaliar atributos químicos e físicos do solo e a produtividade das culturas da soja e do milho após a aplicação de doses de um produto comercial contendo substâncias húmicas em lavouras de sistema de plantio direto consolidado nas condições edafoclimáticas do Alto Vale do Itajaí, SC.

Material e métodos

A pesquisa foi conduzida em duas lavouras comerciais numa propriedade rural no município de Agronômica, SC, situado no Alto Vale do Itajaí, com clima do tipo subtropical e verão quente (Cfa) na classificação de Koeppen. A área era conduzida sob sistema de plantio direto

consolidado há aproximadamente 30 anos, utilizando rotação de culturas de grãos no verão e adubação verde no inverno, com consórcio de aveia-preta e ervilhaca.

Experimento 1 – Cultura do milho

O experimento foi implantado no mês de outubro de 2017, em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com três repetições. A unidade experimental foi composta por uma área de 126m², 14,0m de comprimento e 9,0m de largura. O solo da área experimental na camada de 0-20cm de profundidade, antes da semeadura do milho, apresentou valores de 5,3 de pH em água, 11,9mg dm⁻³ de P, 136mg dm⁻³ de K, 26g Kg⁻¹ de matéria orgânica (MO) e também 0,8, 5,6 e 2,4cmol_c dm⁻³ de Al, Ca e Mg, respectivamente, 358g kg⁻¹ de argila, 139g kg⁻¹ de silte e 495g kg⁻¹ de areia.

Os tratamentos foram constituídos por doses de 0 (testemunha), 10, 20 e 40L ha⁻¹ do fertilizante líquido Maxihum Solo-L[®]. Segundo dados da empresa fabricante Fênix Agro, esse produto é um fertilizante para a aplicação via solo e foliar produzido através da extração alcalina da Lignita, contendo 10,0% de K₂O (113,00g L⁻¹), cerca de 45% de carbono orgânico total, sendo 28% de ácidos húmicos (AH) e 17% de ácidos fúlvicos (AF), totalmente solúvel em água (QUIMIFOL, 2019). Assim, as doses avaliadas corresponderam à aplicação de 1.130, 2.260, 4.520g ha⁻¹ de K₂O, e também 3.164, 6.328 e 12.656g ha⁻¹ de ácidos húmicos e 1.921, 3.842 e 7.684g ha⁻¹ de ácidos fúlvicos, respectivamente, para as doses de 10, 20 e 40L ha⁻¹ de produto comercial por hectare.

O consórcio da aveia-preta + ervilhaca foi dessecado no início do mês de outubro de 2017, aproximadamente 15 dias antes da semeadura do milho. O condicionador de solo foi diluído em volume de calda de 400L ha⁻¹ e aplicado com pulverizador costal, com bicos leque 110.02, na superfície da palhada 8 dias antes da semeadura do milho. O milho híbrido BG 7640VYH foi semeado na segunda quinzena de outubro de 2017 em semeadura direta, para

obtenção de uma população de 64.500 plantas ha⁻¹, em um espaçamento de 0,45m entre linhas. A adubação foi estimada para uma produtividade de 12.000kg ha⁻¹, conforme a SBCS (2016).

Experimento 2 – Cultura da soja

O experimento foi implantado no mês de novembro de 2017, no mesmo delineamento e tratamentos do Experimento 1. O solo da área experimental antes da semeadura da soja tinha valores de 5,6 de pH em água, 24,8mg dm⁻³ de P, 164mg dm⁻³ de K, 30g kg⁻¹ de MO e também zero, 7,9 e 2,3cmol_c dm⁻³ de Al, Ca e Mg, respectivamente. A aveia-preta + ervilhaca foi dessecada no mês de outubro de 2017. A soja Brasmax Alvo RR foi semeada na segunda quinzena de outubro de 2017 em semeadura direta, para obtenção de uma população de 200.000 plantas ha⁻¹, em um espaçamento de 0,45m entre linhas. A adubação foi estimada para uma produtividade de 4.800kg ha⁻¹, conforme a SBCS (2016). O condicionador de solo foi diluído em volume de calda de 400L ha⁻¹ e aplicado com pulverizador costal, com bicos leque 110.02 aplicado na superfície da palhada 5 dias após a semeadura da soja.

A coleta de solo para análise dos atributos químicos foi realizada logo após a colheita da soja e do milho, na camada de 0-5cm de profundidade. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Solo da Estação Experimental da Epagri de Ituporanga, SC, para determinação dos teores de MO, potássio trocável, CTC_{pH7,0} e pH em água segundo Teixeira et al. (2017). Na mesma ocasião, também foram coletadas amostras com estrutura preservada usando cilindros metálicos realizada na entrelinha das culturas. As camadas avaliadas foram entre 0 a 5; 5 a 10; 10 a 15 e 15 a 20cm de profundidade. No laboratório de física do solo do IFC - Campus Rio do Sul, foram determinadas a densidade do solo, a macroporosidade, a microporosidade e a porosidade total nas amostras, seguindo-se a metodologia descrita em Donagema et al. (2011).

A avaliação do estande de plantas da

soja foi realizada em março de 2018 na área central de cada parcela, avaliando-se 30 metros de linha (13,5m² de área útil); na cultura do milho foi realizada em abril de 2018 na área central de cada parcela, avaliando-se 45 metros de linha (20,25m² de área útil). No mesmo dia, antes do arranquio das plantas de soja, foi avaliada a altura de plantas (até a inserção da vagem mais apical) em 10 plantas por parcela. Foi realizada a colheita das plantas de soja em uma área útil de 13,5m² e das espigas de milho em uma área de útil de 20,25m² e estas foram trilhadas para obtenção do rendimento de grãos por hectare. Posteriormente foram levadas ao laboratório para determinação do teor de umidade dos grãos e avaliação do teor de impurezas. O rendimento de grãos foi corrigido para uma umidade de 13% na soja e 14% no milho.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F (P<0,05), verificando-se a normalidade e homogeneidade de variâncias. Após a normalização dos dados, estes, quando necessário, foram submetidos à análise de variância (P<0,05), utilizando-se dois modelos mistos, um linear (doses) e outro quadrático (doses + doses²) como fatores de efeitos fixos e os blocos como um fator de efeito aleatório. Os dados foram analisados utilizando os procedimentos PROC UNIVARIATE e PROC MIXED do programa estatístico SAS® *OnDemand for Academics*.

Resultados e discussão

Os teores de K na camada de 0 a 5cm de profundidade não foram alterados devido à aplicação do condicionador de solo, tanto no milho quanto na soja (Tabela 1), com teores médios de 215,5 e 218mg kg⁻¹ respectivamente. Segundo a SBCS (2016), esses teores são classificados como altos para esse tipo de solo, e as quantidades de K adicionadas foram insuficientes para alterar estes valores. Resultado semelhante foi observado nos teores de MO do solo, os quais não foram alterados pela aplicação do condicionador de solo, tanto no

milho quanto na soja (Tabela 1), com teores médios de 30,3 e 29,4g kg⁻¹, respectivamente. Segundo a SBCS (2016), esses teores são classificados como médios para esse tipo de solo. É importante destacar que não foram avaliados os teores de ácidos húmicos e fúlvicos do solo neste estudo, sendo que esses componentes da matéria orgânica do solo teoricamente foram aplicados ao solo pelo uso do condicionador de solo.

A CTC_{pH 7,0} (Tabela 1) também não diferiu com as doses de condicionador aplicadas ao solo nessa camada, com teor médio de 18,2cmol_c dm⁻³ no solo cultivado com milho e de 15,4cmol_c dm⁻³ no solo cultivado com soja. A ausência de alteração da CTC potencial do solo nesta camada indica que a dose de ácidos húmicos e fúlvicos aplicados ao solo não foi suficiente para alterar a CTC do solo, pois a adição de ácidos húmicos + ácidos fúlvicos foi de somente 20,3kg ha⁻¹ na maior dose aplicada.

O pH em água do solo (Tabela 1) não alterou em função da aplicação das doses de condicionador de solo, apresentando um valor médio de 5,78 no solo cultivado com soja e de 5,33 no solo cultivado com milho. Estes valores estão dentro da faixa adequada de pH do solo para as duas culturas avaliadas quando cultivadas em sistema de plantio direto consolidado (SBCS, 2016).

Quando se buscou comparar os dados obtidos nesse estudo com a literatura, constatou-se que Melo et al. (2016) também não observaram resposta nos teores de K, MO e pH em água em um Latossolo Amarelo Coeso cultivado com bananeiras fertirrigadas após a aplicação de diferentes doses (0 a 53L ha⁻¹) de um condicionador de solo à base de Leonardita com composição análoga à desse estudo. No entanto, o aumento dos teores de K e MO no solo pela adição de substâncias húmicas em três solos chineses em pomares de maçã foi observado por Zhang et al. (2016). Estes autores utilizaram uma dose de 495kg ha⁻¹ de um condicionador de solo também à base de Lignita, mas com maior concentração de frações húmicas (85% de AH) que o produto

usado neste estudo, indicando que a alteração nos atributos químicos do solo ocorre somente quando são aplicadas elevadas doses desses tipos de condicionadores do solo, o que pode ser inviável economicamente para algumas culturas agrícolas. Na literatura, a maioria dos estudos avalia o efeito das substâncias húmicas sobre a fisiologia das plantas (CANELLAS et al., 2015), observando, em alguns estudos, somente a concentração de nutrientes absorvidos pelas plantas, pois levam em consideração apenas seu efeito hormonal (HARTZ et al., 2010; ULLAH et al., 2020)

Os valores de macroporosidade do solo (Tabela 2) não foram alterados pela aplicação do condicionador de solo e todos os valores observados foram acima de 0,10m³ m⁻³ nas duas culturas avaliadas, com exceção da camada de 15 a 20cm de profundidade na lavoura de milho. Quanto à microporosidade do solo, também não se observaram respostas na aplicação do condicionador, havendo apenas um aumento no valor deste atributo nas camadas mais profundas nos dois locais avaliados. Ao analisar os dados de porosidade total também não se observaram alterações devido à aplicação do condicionador de solo em nenhuma das camadas avaliadas nas duas áreas experimentais. Devido à aplicação dos compostos orgânicos, esperava-se uma melhoria na estruturação do solo (MBAGWU & PICCOLO, 1989), o que resultaria no aumento da retenção de água no solo em baixas e altas tensões (LENTZ et al., 2019), elevando a macro e a microporosidade, acarretando um aumento da porosidade total do solo. A ausência de resposta devido à aplicação do condicionador de solo pode estar relacionada às baixas doses de compostos orgânicos adicionadas ao solo em comparação ao estudo de Lentz et al. (2019), que adicionaram doses entre 22 a 44t ha⁻¹ de produtos ricos em compostos orgânicos no solo. Por outro lado, somente na camada de 15 a 20cm no solo cultivado com soja observaram-se valores inferiores a 0,10m³ m⁻³, que, segundo Xu et al. (1992), podem

Tabela 1. Teores médios de potássio trocável, matéria orgânica, Capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH\ 7,0}$) e pH em água do solo na camada de 0 a 5 cm de profundidade após aplicação de dosagens do condicionador do solo em lavouras de milho e soja sob sistema de plantio direto. Agrônômica, SC

Table 1. Mean values of exchangeable potassium, organic matter, cation exchange capacity (CEC) and pH in soil water in the 0 to 5 cm depth layer after application of dosages of soil conditioner in corn and soybean crops under no-tillage system. Agrônômica, SC

Atributo	Unidade	Média	CV %	Regressão	
				Linear	Quadrática
Milho					
Potássio trocável	mg dm ⁻³	215,50	17,4	NS	NS
Matéria orgânica	g kg ⁻¹	30,30	9,2	NS	NS
$CTC_{pH\ 7,0}$	cmol _c dm ⁻³	18,20	7,9	NS	NS
pH em água	-	5,78	3,7	NS	NS
Soja					
Potássio trocável	mg dm ⁻³	209,1	27,9	NS	NS
Matéria orgânica	g kg ⁻¹	29,4	23,9	NS	NS
$CTC_{pH\ 7,0}$	cmol _c dm ⁻³	15,4	8,2	NS	NS
pH em água	-	5,3	2,6	NS	NS

ser considerados restritivos a culturas de grãos por prejudicarem as trocas gasosas.

Devido ao fato de não ter ocorrido alteração no volume de poros do solo, não houve também alteração na densidade do solo nas camadas avaliadas. Ressalta-se que, devido ao longo tempo de ausência de revolvimento do solo em função da adoção do sistema de plantio direto, os valores de densidade do solo foram bastante elevados nas camadas 5-10 e 10-15cm de profundidade (Tabela 2). É que o valor densidade do solo nas duas áreas experimentais estava próximo do valor limitante na camada de 5 a 20cm de profundidade, segundo os valores de densidade do solo crítica propostos Reichert et al. (2003), que são de 1,40 a 1,50g cm⁻³ para solos com classe textural semelhante à desse estudo. Contudo, se consideramos as produtividades médias obtidas nesse estudo, que foram superiores às consideradas para o cálculo de adubação, pode-se entender que esses valores de densidade não

foram restritivos ao desenvolvimento das plantas de milho e soja.

O rendimento de grãos do milho (Figura 1a) e da soja (Figura 1b) e a altura de plantas da soja (Figura 1c) não foram alterados pela aplicação do condicionador de solo, sendo que o experimento teve um rendimento médio de grãos igual 12.518kg ha⁻¹ de milho e 4.870kg ha⁻¹ de soja. Esses valores médios são muito acima da média de produtividade de soja e milho dos municípios do Alto Vale do Itajaí, onde a produtividade média foi de 6.783kg ha⁻¹ de milho e 3.916kg ha⁻¹ de soja na safra 2017/2018 (CEPA, 2017).

Quanto aos resultados da literatura, Batista et al. (2018) também não observaram alterações nas características morfológicas de plantas e nos componentes de rendimento da cultura do milho após a aplicação de ácidos húmicos/fúlvicos em pós-emergência em um solo com mais de 40g kg⁻¹ de MO. Por outro lado, Catuchi et al. (2016) observaram incrementos na produtividade da soja superiores a

10% devido à aplicação de produtos à base de ácidos húmicos ou fúlvicos via solo. A resposta positiva observada por estes autores na cultura da soja pode estar relacionada aos teores de MO do solo, que eram de apenas 17,3g kg⁻¹ e com aplicação direta no sulco de semeadura, enquanto o solo avaliado no presente estudo possuía 30g kg⁻¹ de MO e a aplicação do produto foi superficial. Assim, o efeito dos ácidos húmicos e fúlvicos aplicados em superfície pode ter sido inibido devido a sua interceptação pela palhada das plantas de cobertura de inverno, associada ao histórico de cultivo da área experimental sob sistema de plantio direto há mais de 30 anos, sistema de manejo que favorece a manutenção de elevados teores de MO nas camadas superficiais do solo (ROSSET et al., 2019). Assim, recomendam-se mais estudos sobre a aplicação de condicionadores de solo à base de ácidos húmicos e fúlvicos na cultura de grãos no Alto Vale do Itajaí, buscando áreas com histórico de manejo convencional e áreas de

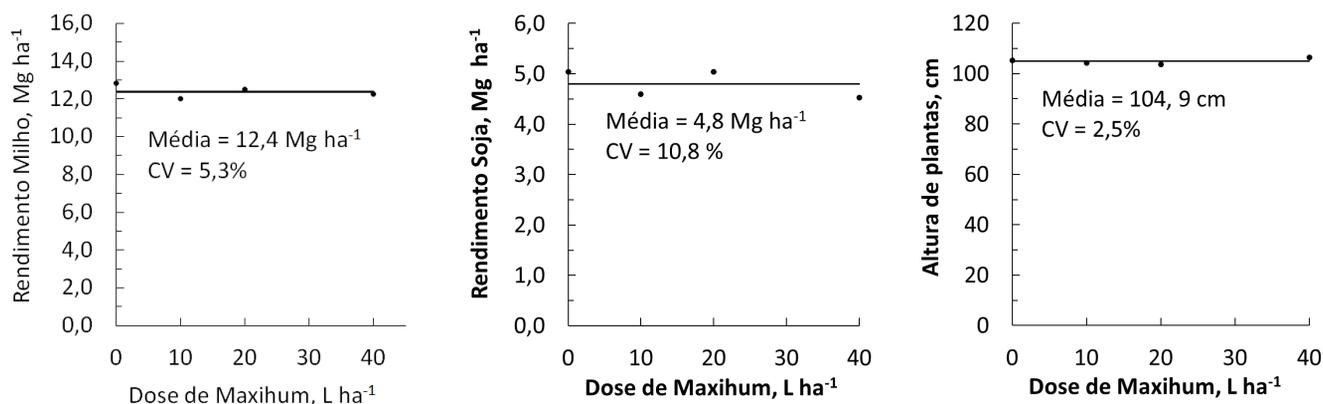


Figura 1. Rendimento de grãos (a) do milho e rendimento de grãos (b) e altura de plantas no enchimento de grãos (c) da soja após a aplicação de diferentes dosagens do condicionador do solo, em Agronômica, SC

Figure 1. Grain yield (a) of corn and grain yield (b) and height of plants in the filling of grains (c) of soybean after application of different dosages of soil conditioner, in Agronômica, SC

Tabela 2. Macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo em quatro camadas do solo após aplicação de dosagens do condicionador do solo em lavoura de milho sob sistema de Plantio Direto. Agronômica, SC

Table 2. Macroposity, microporosity, total porosity and soil density in four layers of soil after application of different dosages of soil conditioner in maize under no-tillage system. Agronômica, SC

Camada (cm)	Soja				Milho			
	Média	CV, % ¹	R.L. ²	R.Q. ³	Média	CV, %	R.L.	R.Q.
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)								
0-5 cm	0,14	34,2	NS	NS	0,18	17,3	NS	NS
5-10 cm	0,11	19,5	NS	NS	0,14	17	NS	NS
10-15 cm	0,11	25,3	NS	NS	0,14	18,8	NS	NS
15-20 cm	0,07	28,2	NS	NS	0,13	20	NS	NS
Microporosidade (m ³ m ⁻³)								
0-5 cm	0,40	7,0	NS	NS	0,38	7,3	NS	NS
5-10 cm	0,40	3,1	NS	NS	0,38	6,1	NS	NS
10-15 cm	0,40	4,7	NS	NS	0,40	5,3	NS	NS
15-20 cm	0,42	6,9	NS	NS	0,40	6,7	NS	NS
Porosidade total (m ³ m ⁻³)								
0-5 cm	0,54	11,1	NS	NS	0,56	7,4	NS	NS
5-10 cm	0,51	5,9	NS	NS	0,52	5,4	NS	NS
10-15 cm	0,51	6,6	NS	NS	0,54	3,9	NS	NS
15-20 cm	0,49	5,4	NS	NS	0,54	5,8	NS	NS
Densidade do solo (g cm ⁻³)								
0-5 cm	1,43	9,9	NS	NS	1,29	6,9	NS	NS
5-10 cm	1,51	5,4	NS	NS	1,4	6,4	NS	NS
10-15 cm	1,52	5,7	NS	NS	1,45	3,7	NS	NS
15-20 cm	1,41	5,6	NS	NS	1,47	6,9	NS	NS

¹ Coeficiente de variação; ² R. L. = análise de regressão linear, ³ R. L. = análise de regressão quadrática; ⁴ NS= ajuste não significativo a 5% de significância.

solo mais degradados, a fim de avaliar os benefícios de uso dos produtos condicionadores de solo em lavouras de grãos.

Conclusões

A aplicação do condicionador de solo não altera atributos químicos e físicos do solo e não melhora o rendimento de grãos de milho e soja em lavouras sob sistema de plantio direto consolidado nas condições edafoclimáticas do Alto Vale do Itajaí.

Referência

- BATISTA, V.V.; ADAMI, P.F.; FERREIRA, M.L.; GIACOMEL, C.L.; SILVA, J.S.; OLIGINI, K.F. Ácidos húmicos/fúlvicos e nitrogênio na produtividade da cultura do milho. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.12, n.3, p.257-267, 2018.
- BORCIONI, E.; MÓGOR; Á.F. AND PINTO, F. Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade de alface americana. **Revista de Ciência Agronômica**, v.47, p.509-515, 2016.
- CANELLAS, L.P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N.O.; JONES, D.L., NEBBIOSO, A., MAZZEI, P., PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.15-27, 2015.
- CANELLAS, L.P.; ZANDONADI, D.B.; MÉDICI, L.O.; PERES, L.E.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.R. Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre desenvolvimento e metabolismo das plantas. In: CANELLAS, L.P. e SANTOS, G.A. (Ed.). **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. Campos dos Goytacazes: CCTA, UENF, 2005. p. 224-243.
- CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos**. - Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2015.
- CATUCHI, T. A.; PERES, V. J. S.; BRESSAN, F. V.; ARANDA, E. A.; SILVA, A. P. L. Desempenho produtivo da cultura da soja em razão da aplicação ácido húmico e fúlvico na semeadura e via foliar. **Colloquium Agrariae**, v.12, n. Especial, p.36-42, 2016
- CAVALCANTE, I.H.L.; SILVA-MATOS, R.R.S.; ALBANO, F.G.; SILVA JÚNIOR, G.B.; SILVA, A.M.; COSTA, L.S. Foliar Spray of Humic Substances on Seedling Production of Yellow Passion Fruit. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, v.11, p.301-304, 2013.
- CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO (CEPA). **Boletim agropecuário**. Florianópolis: Epagri, v.45. p.22-23, 2017.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Produtos 360°**. 2021. Disponível em: <https://portaldeinformacoes.conab.gov.br/produtos-360.html>. Acesso em: 16 ago. 2021.
- DONAGEMMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B. de; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H.M. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.
- EPAGRI/CEPA. **Boletim Agropecuário**. Junho/2019. Florianópolis, 2019, 58p. (Epagri. Documentos, 294).
- HARTZ, T.K.; BOTTOMS, T.G. Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity. **HortScience**, v.45, n.6, p.906-910, 2010.
- LENTZ, R.D.; IPPOLITO, J.A.; LEHRSCHE, G.A. Biochar, manure, and sawdust alter long-term water retention dynamics in degraded soil. **Soil Science Society of America Journal**, v.83, p.1491-1501, 2019.
- MBAGWU, J.S.C.; PICCOLO, A. Changes in soil aggregate stability induced by amendment with humic substances. **Soil Technology**, v. 2, n. 1, p. 49–57, 1989.
- MEIRELLES, A.F.M.; BALDOTTO, M.A.; BALDOTTO, L.E.B. Produtividade de alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. **Revista Ceres**, v.64, n.5, p. 553-556, 2017.
- MELO, D.M.; COELHO, E.F.; BORGES, A. L.; PEREIRA, B. L.S.; CAMPOS, M. S. Agronomic performance and soil chemical attributes in a banana tree orchard fertigated with humic substances. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, p.421-428, 2016.
- QUIMIFOL. **Quimifol Maxihun Solo-L**. Fonte: <http://www.quimifol.com.br/produto/quimifol-maxihun-solo-l> Acesso em: 10 jul. 2019.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, v.27, p.29-48, 2003.
- ROSSET, J. S.; LANA, M. C., M.; PEREIRA, G.; SCHIAVO, J.; RAMPIM, L.; SARTO, M. Organic matter and soil aggregation in agricultural systems with different adoption times. **Semina-ciências Agrárias**, v.40, n. 6, p 3443-3460, 2019.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de Calagem e Adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre, RS: SBSC/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2016. 376p.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.
- ULLAH, A.; ALI, M.; SHAHZAD, K.; AHMAD, F.; IQBAL, S.; RAHMAN, M.; AHMAD, S.; IQBAL, M.; DANISH, S.; FAHAD, S.; ALKAHTANI, J.; SOLIMAN ELSHIKH, M.; DATTA, R. Impact of seed dressing and soil application of potassium humate on cotton plants productivity and fiber quality. **Plants**, v.9, n.1444, n.1-13, 2020
- XU X.; NIEBER J.L., GUPTA; S.C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.56, p.1743-50, 1992.
- ZHANG, L.; ZHOU, J.; ZHAO, Y.G.; ZHAI, Y.; WANG, K; ALVA, A.K.; PARAMASIVAM, S. Optimal combination of chemical compound fertilizer and humic acid to improve soil and leaf properties, yield and quality of apple (*Malus domestica*) in the loess plateau of China. **Pakistan Journal of Botany**, v.45, n.4, p.1315-1320, 2013.