

CORRELACIONANDO ATRIBUTOS DO SOLO COM ANÁLISE NUTRICIONAL DA SILAGEM

MICHELON, I.¹; PEDROSO, J. P.¹; ANDOLFATTO, L.¹; NESI, C.N.²; SPRICIGO, J. G.³; e ALVES. M.V.⁴.

¹Graduandos em Agronomia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), Campus de Xanxerê/SC; isabelamichelon@hotmail.com; joapedroso011@gmail.com; laisandolfato@gmail.com; ²Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), cristiano.nesi@unoesc.edu.br; ³Tec. do Laboratório de solos. Eng. Agr. Mestra, UNOESC; jaque.spricigo@gmail.com. ⁴Professor, Doutor, UNOESC; mauricio.alves@unoesc.edu.br.

RESUMO

O manejo adequado dos solos possibilita uma melhor exploração dos recursos nutricionais, biológicos, físicos e químicos. Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se a qualidade dos solos tem relação com a análise nutricional da silagem. Foram selecionados 30 produtores do município de Faxinal dos Guedes-SC. Sendo realizadas duas amostragens de solo em cada produtor; uma em setembro de 2020 para a safra 19/20 e outra em maio de 2021 para a safra 20/21. Onde avaliou-se os teores de macro e micronutrientes, teor de alumínio, matéria orgânica, argila e resistência a penetração. Na silagem foram analisados FDN, FDA, matéria mineral, amido, proteína bruta, massa seca (MS), produção de Leite/t de MS, densidade e pH. Foram realizadas análises de correlação univariadas e multivariadas (ACP) para compreender as relações de solo e silagem. Nos atributos químicos, observa-se que houve acréscimo no número de propriedades com pH baixo; a matéria orgânica não variou entre as amostragens, predominando teor médio na maioria das propriedades; o fósforo, potássio e a resistência a penetração predominam teores altos a muito altos nas duas amostragens. Em 2020 houve correlação entre matéria mineral com argila, matéria orgânica, cálcio, magnésio, zinco, cobre e H+Al; já em 2021, houve correlações entre matéria mineral com potássio, matéria orgânica, cálcio, enxofre, zinco e cobre; entre fibra em detergente neutro com cobre; e entre fibra em detergente ácido com cobre e resistência a penetração. De maneira geral não encontramos uma relação definitiva e positiva entre os atributos do solo e os da silagem.

Palavras-Chave: *Zea mays*. Qualidade alimentar. Fertilidade do solo. Resistência a penetração. Nutrição animal.

INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina é o quarto produtor de leite nacional, destacando-se a região Oeste, sendo responsável por 79% do leite produzido no estado e crescimento de 103% no volume de produção durante o período de 2006 a 2017 (Epagri/Cepa, 2019).

A cultura do milho no Brasil é de extrema importância econômica devido ao volume produzido (Conab, 2019), nas duas safras de 2018/2019 alcançou 95.254 milhões de toneladas, sendo que desse volume 62.500 milhões de toneladas foram destinados ao consumo interno em diversos setores. Santa Catarina aparece no mercado nacional da produção de milho no oitavo lugar com aproximadamente 3,1% da produção total (Conab, 2019).

Avaliar a qualidade do solo antes da implantação da cultura do milho pode reduzir significativamente os custos com fertilizantes minerais, e tornar o solo mais fértil, sendo capaz de produzir uma silagem de melhor qualidade. A correta avaliação do solo e uma recomendação de fertilizantes adequada, é uma alternativa positiva para a redução de custos e melhorias nas produtividades leiteiras.

De acordo com Da Silva et al. (2020) na cultura do milho destaca que o seu cultivo juntamente com a adubação verde e compostos orgânicos ocasionou melhorias em sua qualidade nutricional. Enquanto que, sem o uso da adubação verde somente os adubos químicos fariam a reposição dos nutrientes para a planta, causando impactos ambientais negativos em nascentes, rios e lençóis freáticos (De Souza et al., 2018; Valentini et al., 2016) apresentando altos custos para o produtor.

Neste contexto é interessante estudar e conhecer os teores dos nutrientes no solo, para comprovar se realmente o solo é um fator que vai influenciar na qualidade da silagem e nos custos de produção da mesma. Diante disso, o presente trabalho tem o objetivo de correlacionar a qualidade de solo com a análise nutricional da silagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no município de Faxinal dos Guedes – SC, em 30 propriedades rurais que trabalham com a produção de leite e confeccionam silagem de milho rotineiramente, os produtores são associados à COMFAG (Cooperativa Agropecuária de Faxinal dos Guedes). Este estudo trata-se de uma colaboração entre o Laboratório de Análises de Solos e o Laboratório de Bromatologia, unindo os cursos de Agronomia e Zootecnia. O estudo teve duração entre o período de 2018 a 2021, no qual avaliou-se todos os anos a qualidade de silagem, no ano de 2020 houve a inclusão da avaliação da qualidade do solo onde está se produzindo o milho.

A forma de seleção dos 30 produtores foi de acordo com a necessidade de melhorias na qualidade da silagem produzida na propriedade.

A maioria dos produtores adotam o Sistema de Plantio Direto, realizam a adubação com adubos minerais e realizam análise de solo frequentemente. No entanto, ainda existem alguns produtores que realizam o Sistema de Plantio Convencional e que não fazem análise de solo rotineiramente. Foram coletadas amostras de silagem e de solo nas lavouras onde foi colhido o milho da safra 2019/2020 e onde foi implantado a safra 2020/2021. Com base nestas amostras foi recomendado a adubação e calagem adequada para a área, seguindo recomendações do Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Manual..., 2016).

A primeira amostragem foi realizada no mês de setembro de 2020, realizando a coleta de solo e silagem nas 30 propriedades. Em novembro de 2020 foi realizada a reunião com os produtores para explicação da importância de boas práticas de ensilagem e da qualidade do solo, apresentando todos os dados obtidos na primeira coleta.

Em maio de 2021 foi realizada a segunda amostragem de solo e silagem, os resultados foram novamente repassados aos produtores os quais receberam a assessoria sobre o comportamento do solo após o cultivo do milho e uma nova recomendação para o próximo cultivo.

Em cada propriedade, na área de implantação da cultura do milho, foram retiradas uma amostra composta de até 20 pontos amostrais. No Laboratório de Análises de Solos foram avaliados os teores de macro e micronutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, B, Mg), os atributos químicos (Al, H+Al, matéria orgânica, pH, índice SMP), além do teor de argila, ambos seguindo metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os solos foram classificados em grupos de fertilidade (Muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto) seguindo recomendações do Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Manual..., 2016).

Os dados de resistência a penetração foram obtidos por meio do penetrológico, da marca Falker e modelo PLG1020, realizando a medição até 0,6m de profundidade. Foram coletadas amostras de solo para avaliar os valores de resistência mecânica do solo à penetração e foram transformados em unidade padrão de pressão (Mpa). Foram realizadas dez leituras em cada propriedade, e depois trabalhou-se com a média destes valores.

As coletas e as análises de silagem foram realizadas pelo projeto em paralelo a este, pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Bromatologia. Os dados de qualidade de silagem avaliados foram fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, amido, proteína bruta, matéria seca, produção de Leite/t de MS, densidade e pH. E para finalizar serão correlacionados os atributos químicos do solo com os atributos de qualidade da silagem para verificar se onde há solos de melhor qualidade proporciona silagem de maior qualidade.

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e em seguida submetidos a uma análise descritiva e exploratória para verificação de possíveis erros de digitação e existência

de valores discrepantes. Para cada variável foi realizada uma análise de variância considerando o modelo inteiramente casualizado e os tratamentos foram as classes de produtores. As pressuposições de homogeneidade de variâncias e distribuição normal dos resíduos foram verificadas e, quando não atendidas, foram transformadas de acordo com o parâmetro de transformação de Box-Cox. Todas as variáveis disponíveis foram submetidas a análises de correlação univariadas e multivariadas para compreender a relação entre a composição química da silagem e os atributos do solo. Todas as análises foram realizadas com o ambiente R (R CORE TEAM, 2020).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como base de manejo, 86% dos produtores fazendo uso do plantio direto e 14% utilizam o sistema convencional.

Do ponto de vista nutricional houve uma grande variação na dose de adubos que já haviam sendo utilizados, o que não pode ser declarado como um problema, pois os solos são diferentes e tem necessidades diferentes de adubação.

Referente ao tipo e a quantidade de fertilizante que deve ser utilizado precisa ser definido com base na análise química do solo e pela produtividade que se pretende obter. Conforme as recomendações técnicas é possível obter maior uniformidade e incorporação no solo.

Analisando a qualidade química do solo, é possível verificar que o fósforo e o potássio dos anos de 2020 e 2021, apresentam na maior parte dos produtores uma boa fertilidade do solo já que o teor dos elementos é relativamente alto nos dois anos.

No ano de 2020, apenas 4 produtores apresentavam níveis de P muito baixo, baixo e médio; já em 2021, o número caiu para 3 produtores com níveis de P muito baixo e médio. Os teores baixos se mantem igual e o alto subiu de 7 para 10 produtores, mostrando uma boa evolução neste atributo. Para K em 2020, apenas 2 produtores apresentavam níveis médios, 12 com níveis altos e 16 muito altos; já em 2021, o teor muito alto diminuiu para 13 produtores, enquanto os níveis baixos e médios se elevaram. Destacando que para o milho de silagem os níveis baixos de P ficam em torno de 8,0 mg de P/dm³, médio 12,0 mg de P/dm³ e alto 24,0 mg de P/dm³. Enquanto, os níveis baixos de K são em torno de 80 mg de K/dm³, médio 120 mg de K/dm³ e alto 240 mg de K/dm³, conforme recomendações do Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (Manual..., 2016).

Pode-se destacar os níveis de pH em sua maioria ficam na faixa média de 15 produtores, com valores em torno de 6,0 na primeira amostragem (2020) e na segunda amostragem, predomina na faixa baixa de 18 produtores em 2021 (Figura 6), sendo que os valores diminuíram para uma faixa de 5,5 na maioria das propriedades. O índice do pH pode

variar de 0 a 14, sendo uma faixa ótima para desenvolvimento do milho o pH de 6,0 (Rodrigues et al., 2017). A Matéria Orgânica do Solo (MOS) nos anos de 2020 e 2021 predominou na classe média com 21 produtores, no entanto, em 2021 houve aumento de duas propriedades com níveis baixos e diminuição de duas propriedades com níveis altos. A matéria orgânica é fonte de energia e nutrientes, sendo assim é responsável por manter o solo com maior dinâmica e exercendo o papel determinante na sua fertilidade (Landgraf; Messias; Rezende, 2005).

Observando os valores de resistência a penetração, todas as propriedades possuem valores altos ou muito altos tanto no ano de 2020 quanto em 2021, o que evidencia o problema de compactação de solo, influenciando direta e indiretamente no crescimento das raízes (Silva; Albuquerque; Costa, 2014). Segundo Oliveira Filho et al. (2016) a compactação do solo no Brasil é preocupante devido ao aumento significativo de áreas agrícolas que acaba intensificando as operações mecanizadas

Valores baixos de resistência a penetração são menores que 2,0 MPa, entre 2,0 à 4,0 MPa classifica-se como altos e superior a 4,0 MPa são os solos com resistência a penetração muito altos. Valores próximos de 2,0 MPa ocasiona o impedimento do desenvolvimento do sistema radicular em diversas culturas agrícolas (Tormena et al., 1999). Porém, há algumas culturas que se desenvolvem normalmente até valores superiores a 3,0 MPa (Beuther; Centurion, 2003).

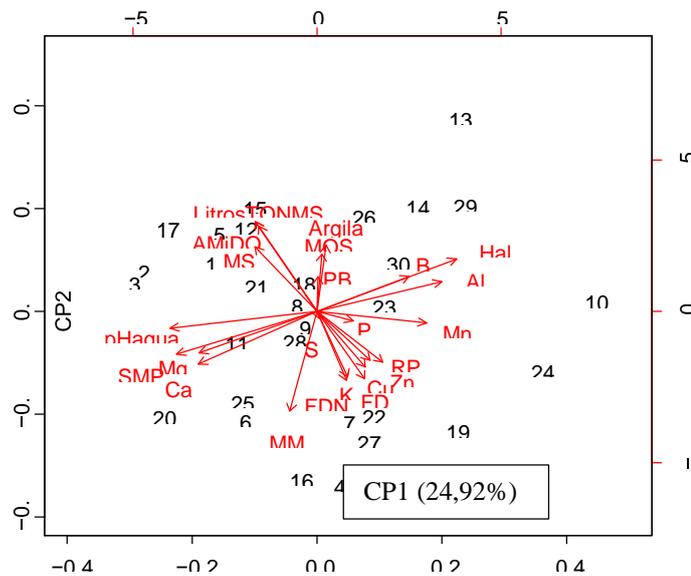
A restrição do sistema radicular é o primeiro efeito recorrente da compactação de solo, posteriormente afeta o crescimento e a parte aérea das plantas. Mesmo com boas condições químicas, em solos compactados, as plantas não se beneficiam adequadamente dos nutrientes disponíveis na solução do solo, debilitando o sistema radicular e ocasionando seu impedimento de alcançar as camadas mais profundas do perfil do solo provocando restrição da disponibilidade de alguns nutrientes (Reichert; Suzuki; Reinert, 2007).

O gráfico de componente principal, no eixo 1, explica 24,92% da variação dos dados, sendo que os litros de leite por tonelada de matéria seca, amido, proteína bruta, matéria seca, argila e matéria orgânica estão altamente correlacionados; já a fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, cobre, zinco, potássio e resistência a penetração formam outro grupo de correlação; o boro, H+Al e alumínio representam outro grupo e por fim o magnésio, cálcio, pH em água e SMP completam o último grupo de correlação. Os atributos fósforo, manganês, enxofre e matéria mineral forma grupos separados das demais variáveis (Figura 1).

O componente principal do eixo 2, explica 25,63% da variação dos dados e há algumas mudanças nos grupos de correlações comparando com o ano anterior, sendo que o pH em água e SMP estão correlacionados somente entre si, e ocorre a formação de um grande grupo de correlação composto por proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, cobre, zinco, potássio, magnésio, cálcio, manganês, fósforo e resistência a penetração; já o enxofre passa a fazer parte do grupo de correlação com litros de leite por tonelada de matéria seca, matéria seca, argila e matéria orgânica (Figura 2). De

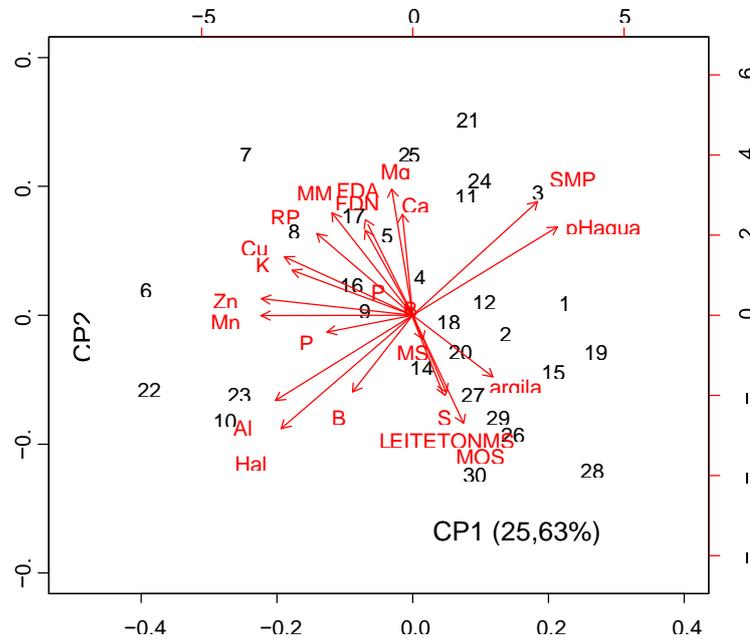
forma geral, podemos inferir que a quantidade de litros de leite por t/MS mostra boa correlação com a matéria orgânica, favorecendo a fertilidade do solo já que a MOS é um de seus fatores determinantes.

Figura 1. Análise de componentes principais entre a composição química da silagem e os atributos do solo em 2020.



*LitrosTONMS: Litros por tonelada de matéria seca; MS: Matéria seca; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra Em detergente ácido; PB: Proteína bruta; MM: Matéria mineral; MOS: Matéria orgânica do solo; B: Boro; Hal: determinado pelo método SMP; Al: Alumínio; Mn: Manganês; Mg: Magnésio; Ca: Cálcio; K: Potássio; P: Fósforo; S: Enxofre; Cu: Cobre; Zn: Zinco; pHagua: pH em água; RP: Resistência a penetração.

Figura 2. Correlação entre a composição química da silagem e os atributos do solo em 2021.



*LEITETONMS: Litros de leite por tonelada de matéria seca; MS: Matéria seca; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; PB: Proteína bruta; MM: Matéria mineral; MOS: Matéria orgânica do solo; B: Boro; Hal: determinado pelo método SMP; Al: Alumínio; Mn: Manganês; Mg: Magnésio; Ca: Cálcio; K: Potássio; P: Fósforo; S: Enxofre; Cu: Cobre; Zn: Zinco; pHagua: pH em água; RP: Resistência a penetração.

Correlacionado os atributos, em 2020 houve apenas resultados significativos entre matéria mineral com argila, matéria orgânica, cálcio, magnésio, zinco, cobre e H+Al; já na amostragem realizada em 2021, houve resultados significativos entre matéria mineral com potássio, matéria orgânica, cálcio, enxofre, zinco e cobre; entre fibra em detergente neutro com cobre; e entre fibra em detergente ácido com cobre e resistência a penetração.

Tabela 1. Dados significativos obtidos da correlação entre a composição química da silagem e atributos do solo.

Dados significativos 2020							
	Argila	MOS	Ca	Mg	Cu	Zn	H+Al
MM	0,0039	0,0131	0,0065	0,0149	0,0484	0,0214	0,038
Dados significativos 2021							
	K	MOS	Ca	S	Cu	Zn	RP
MM	0,0466	0,0182	0,0426	0,041	0,0041	0,0165	-

FDN	-	-	-	-	0,0389	-	-
FDA	-	-	-	-	0,0204	-	0,0224

*Dados com 5% de significância.

CONCLUSÕES

O manejo dos solos feito da forma inadequada pode levar a resultados insatisfatórios tanto de produção quanto de qualidade. Neste contexto vem a necessidade executar a campo as boas práticas e suprir os déficits nutricionais e estruturais da solução do solo que se encontram.

A resistência a penetração do solo é um fator preocupante pois seus níveis estão muito altos o que vai influenciar negativamente no desempenho da produção, com maior influência na variância da FDA.

Visto a correlação de macro e micronutrientes, além de porções de argila e MOS com os índices nutricionais da silagem, torna-se necessário um estudo mais refinado na obtenção de melhores índices qualitativos, com possíveis acréscimo ou decréscimo de algumas substâncias que compõem a solução do solo.

De maneira geral não encontramos uma relação definitiva e positiva entre os atributos do solo e os da silagem.

REFERÊNCIAS

BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. **Efeito Do Conteúdo De Água E Da Compactação Do Solo Na Produção De Soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 38, p. 849-856, 2003.

Disponível em: <
<https://pdfs.semanticscholar.org/c65b/2a008501545eb48ad5dc2a8a6da8fbc3360e.pdf>>.

Acesso em: 01 Set. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos** – v.6, n.11 – Brasília. 2019.

CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**, 2016. 376p.

DA SILVA, A. S. et al. **Efeito da Adubação Verde na Qualidade Nutricional do Milho** (*Zea mays* L.). Revista Geama, v. 6, n. 1, p. 31-37, 2020.

DE SOUZA, R. et al. **Utilização de adubos químicos e adubos orgânicos.** Anuário de Produções Acadêmico-científicas dos discentes da Faculdade Araguaia, v. 7, n. 1, p. 34-40, 2018.

EPAGRI/CEPA. **Boletim Agropecuário.** Maio/2019. Florianópolis, 2019, 49p.

LANDGRAF, M. D.; MESSIAS, R. A.; REZENDE, M. O. O. **A Importância Ambiental da Vermicompostagem:** Vantagens e Aplicação. São Carlos: Ed. Rima, 2005. 106p.

OLIVEIRA FILHO, F. X.; MIRANDA, N.O.; MEDEIROS, J. F.; SILVA, P. C.; MESQUITA, F. O.; COSTA, T. K. G. **Compactação de solo cultivado com cana-de-açúcar em Baía Formosa, Rio Grande do Norte.** Revista Ceres, v. 63, n. 5, p. 715-723, 2016.

R CORE TEAM (2020). R: **A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.r-project.org/>

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A.; REINERT, D. J. **Compactação Do Solo Em Sistemas Agropecuários E Florestais:** Identificação, Efeitos, Limites Críticos E Mitigação – Tópicos em Ciência do Solo, v. 5, p. 49-134, 2007.

RODRIGUES, M.; SILVEIRA, C. A. P.; VAHL, L. C. **Efeito da aplicação de calcário e subproduto da exploração de calcário sobre o ph, ca e mg do solo e na produção de massa seca do milho.** In: Embrapa Clima Temperado-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2017, Pelotas. Anais... Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2017. 455p.

SILVA, F. R. da.; ALBUQUERQUE, J. A.; COSTA, A. da. **Crescimento inicial da cultura da soja em Latossolo Bruno com diferentes graus de compactação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 6, p. 1731- 1739, 2014.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre2. Ed. rev. e ampl. - Departamento de Solos, UFRGS, Boletim Técnico, n. 5, 1995. 74p.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P.; LIBARDE, P. L. **Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage system using the least limiting water range approach.** Soil and Tillage Research, v. 52, p. 223-232, 1999.



VALENTINI, A.; BONETTO, L. R.; VARGAS, J. **Vantagens e Desvantagens de Fertilização Orgânica e Inorgânica: uma visão geral.** V MOSTRA IFTEC CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Rio Grande Do Sul. n. 5, 2016.