



Comportamento de atributos físicos do solo em diferentes modelos de drenagem no cultivo de rabanete

Giovana Stucchi¹, Marcelo Domingos Chamma Lopes*¹, Marco Aurélio Amado Pacheco¹, Eduardo Bechara Ibrahim Saba¹, Yasmin Abou Arabi Silveira¹

RESUMO: A ineficiência da drenagem em área de cultivo onde ocorrem longos períodos de chuva, resulta em diminuição da produção de rabanete. O objetivo do experimento foi avaliar variáveis de desenvolvimento da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.) em diferentes modelos de drenagem. O trabalho foi realizado na UNESP – Registro. O período experimental foi de junho de 2018 a junho de 2019, em delineamento em blocos casualizados, com 3 tratamentos e 7 repetições, sendo, T1 canteiro com drenagem natural, T2 e T3 canteiros com drenos subsuperficiais e laterais respectivamente com lona e compactado. Ao longo da experimentação foram realizadas análises químicas e físicas do solo, e ao final, as análises correspondentes ao desenvolvimento do rabanete. Os resultados indicam que as variáveis que apresentaram significância a 5%, foram argila, densidade, diâmetro médio das raízes (DMR) e a massa fresca das raízes (MFR). O modelo de drenagem natural T1 apresentou melhores resultados que os demais tratamentos, tendo obtido significância nas variáveis de interesse comercial do rabanete DMR e MFR, e obteve menores médias nas variáveis físicas do solo, argila e densidade, possibilitando o melhor desenvolvimento das raízes do rabanete.

Palavras-chave: subsuperficiais, *Raphanus sativus* L., hortaliças.

Behavior of physucak atrubytes of soil in diferente drainage models in the cultivation of radish.

ABSTRACT: The inefficiency of drainage in the cultivation area where long periods of rain occur, results in a decrease in the production of radish. The objective of the experimente was to evaluate development variables of the radish (*Raphanus sativus* L.) culture in diferente drainage models. The work was carried out at UNESP-Registro. The experimental period was from June 2018 at June 2019, in a randomized block design, with 3 treatments and 7 repetitions, being, T1 construction site with natural drainage, T2 and T3 construction sites with subsurface and lateral drains respectively with canvas and compacted. Throughout the experiment, chemical and physical analyzes of the soil were carried out, and at the end, the analyzes corresponding to the development of the radish. The results indicate that the variables that presented significance at 5% were: clay, density, average root diameter (DMR) and fresh root mass (MFR). The natural drainage model T1 showed better results than the other treatments, having obtained significance in the variables of commercial interest of the radish DMR and MFR, and obtained lower averages in the physical variables of the soil, clay and density, allowing the best development of the radish roots.

Keywords: subsurface, *Raphanus sativus* L., vegetables.

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma planta originária do mediterrâneo, sendo uma das hortaliças de mais antigo cultivo (CAETANO et al., 2015). No entanto tem pouca importância em área plantada, mas sua produção é significativa em quantidade de pequenas propriedades que o produzem (MINAMI et al., 1998, RODRIGUES et al., 2013).

Sua viabilidade está relacionada ao ciclo curto, sendo uma boa alternativa para os produtores pelo retorno financeiro em curto prazo, tornando a cultura interessante para o perfil dos produtores do Vale do Ribeira (ROSSI et al., 2004, SILVA et al., 2012).

O rabanete é pertencente à família das Brassicaceae, com porte reduzido e tolerância a condições adversas do clima (MATOS et al., 2015).

Sua implantação geralmente é realizada em canteiros definitivos, em condições de campo (MAKISHIMA, 1993, SLOMP et al., 2011).

A raiz se desenvolve nas primeiras camadas de solo, sendo afetada pelas suas condições físico-hídricas. A cultura é classificada como sensível à redução ou excesso de água disponível no solo, como também pela quantidade de oxigênio, o que reduz o desenvolvimento da parte aérea e seu rendimento (SILVA et al., 2012, CAETANO et al., 2015).

As variações do conteúdo de água no solo, ocasionam ao rabanete distúrbios fisiológicos, como o déficit ou excesso de umidade que afetam a quantidade e qualidade da raiz do rabanete produzido (CUNHA et al., 2017). Rodrigues et al. (2013),

observou que o déficit hídrico afeta negativamente a produção de matéria da parte aérea e raiz frescas do rabanete, além do diâmetro do rabanete ter sido comprometido.

O teor de água no solo, durante o ciclo da cultura deve ser mantido próximo da capacidade de campo (AZEVEDO, SAAD, 2012, LIMA et al., 2015), para evitar alterações no desenvolvimento, modificações na fisiologia, morfologia e relações bioquímicas da planta (PEREIRA et al., 1999, LIMA et al., 2015).

Para evitar o estresse hídrico utiliza-se da drenagem, a qual evita o acúmulo de água nas raízes das plantas. Por ser comum a existência de áreas destinadas a agricultura com condições desfavoráveis de drenagem natural, opta-se por utilizar materiais drenantes para a eliminação da água e sais em excesso, sendo uma atividade de grande importância e impacto na produtividade agrícola.

O sistema de drenagem artificial deve permitir um escoamento da água do solo em condições hidráulicas satisfatórias e de maneira mais eficiente do que ocorreria naturalmente (BARROS et al., 2007, POMPEU et al., 2017). Porém por mais satisfatórios que sejam, tem limitações como o preço do material e o alto custo da mão de obra, sendo em muitos casos inviável a implantação (POMPEU et al., 2017).

A drenagem ineficiente é considerada um importante fator seletivo, a qual afeta o arranjo dos poros no solo que determinam o fornecimento de água para as plantas e a capacidade de infiltração no perfil (SOLLINS, 1998, HIGUCHI, et al., 2014).

Durante os processos de infiltração e drenagem, as principais forças que alteram o movimento da água são a da gravidade e da capilaridade. O excesso de água refere-se ao volume de água que ocupa a macroporosidade e que é redistribuído no perfil do solo pela força da gravidade, podendo atingir grande magnitude. A partir desse momento, a capilaridade passa a atuar predominantemente e, dependendo das características físico-hídricas do solo, o movimento de água para baixo ainda pode ter um valor expressivo. A diminuição desse movimento é mais rápida para um solo com textura arenosa, em comparação ao de textura média ou argiloso (NACHABE, 1998., BRITO et al., 2011).

A taxa de infiltração pode ser consideravelmente reduzida em solos sem cobertura vegetal ou cultivados com aração e gradagem, no qual o encrostamento superficial tem influência muito forte nas propriedades do solo (MORIN et al., 1989, ZONTA et al., 2012). Nesses sistemas, o solo cultivado com o tempo tende a ter sua estrutura alterada pelo fracionamento de agregados, com redução do volume de macroporos e o aumento da densidade do solo (PANACHUKI et al., 2006, SATO et al., 2012).

O sistema de preparo de solo convencional promove movimentações na camada superficial do solo, afetando as características físico-hídricas (ALVES, CABEDA, 1999, MEDEIROS et al., 2009, KAUFMANN et al., 2012). Algumas das características são a disponibilidade de água no solo, na estrutura, na porosidade total, na densidade, na resistência do solo a penetração, na distribuição do diâmetro dos poros e na porosidade de aeração (CASTRO, 1995, ALVES, CABEDA, 1999, MEDEIROS et al., 2009, HILLEL, 1998, LAL, SHUKLA, 2004, LANZANOVA et al., 2007, KAUFMANN et al., 2012). Esse preparo proporciona aumento da rugosidade e aumento do tempo de resposta para iniciar efetivamente o escoamento superficial, devido à criação de empoçamentos (DARBOUX, HUANG, 2005, FOX et al., 1998, KAUFMANN et al., 2012).

Além da textura do solo, a capacidade de campo também pode ser influenciada pela estrutura do solo, teor de matéria orgânica, sequência dos horizontes pedogenéticos e gradiente textural entre os horizontes, bem como pelo teor inicial de água do solo e lâmina de água aplicada (FABIAN, FILHO, 2000, SOUZA et al., 2013).

A heterogeneidade e a descontinuidade de poros no perfil limitam a transmissibilidade horizontal e/ou vertical em solos revolvidos, favorecendo o escoamento superficial (VOGUE et al., 2005, DEURER et al., 2003, VOGEL, 2002, ANDERSON et al., 2000, KAUFMANN, et al., 2012).

Solos como Latossolo ou Argilossolo podem ter essas alterações intensificadas devido à dispersão de argila na superfície, principalmente em solos coesos. A liberação da argila reduz a dimensão dos canalículos do solo devido à iluviação de partículas finas e posterior ajuste face a face da caulinita devido ao deslocamento do ferro, criando um selamento na superfície do solo, que quando seco é chamado de crosta superficial (LAL, SHUKLA, 2004, KAUFMANN et al., 2012).

No Vale do Ribeira diversos produtores rurais relatam problemas com a drenagem de seus canteiros.

Levando em consideração que o déficit de drenagem ocasiona estresse hídrico na planta e alterações nas propriedades físicas do solo, o trabalho teve por objetivo analisar variáveis que indicam o desenvolvimento produtivo do rabanete e o comportamento de atributos físicos do solo em diferentes modelos de drenagem.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na unidade experimental do Agrochá, UNESP-Registro, no período de junho de 2018 a junho de 2019. Segundo a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2014),

o clima é Af: tropical chuvoso, com transição para o Cfa, sem estação seca, com a precipitação média do mês mais seco superior a 60 mm.

O solo de Registro foi classificado por Sakai e Lepsche (1984) como Cambissolo distrófico, em pesquisa na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Polo Regional Vale do Ribeira, e solo Franco Argiloso Arenoso pela classificação baseada no método de Atterberg (NOMURA et al., 2013). Em estudos da Embrapa (2006), os solos que se destacam na região são Neossolos, Cambissolos, Argilossolos e afloramentos rochosos (FROUFE et al., 2011).

A cidade tem clima quente e úmido, com temperatura máxima de 35 °C, mínima de 13 °C e a média anual de 24 °C. A umidade relativa do ar é de 84% (média anual), com índice pluviométrico de 1500 mm (média anual) e apresenta 1600 horas de sol

(média anual). O município está a uma altitude de 15 m acima do nível do mar (ALMEIDA, et al. 2019).

Foram coletadas informações da estação meteorológica do INMET localizada a um raio de 500 metros do local do experimento, e obteve-se os seguintes dados para o período de cultivo (28 dias): Temperatura média: 21 °C; Temperatura mínima: 14 °C; Temperatura máxima: 35,5 °C; Umidade Relativa média do ar: 89,6%; Umidade Relativa mínima do ar: 41%; Umidade Relativa máxima do ar: 99%; Precipitação total do período: 207,6 mm. Para o período experimental a média diária de precipitação foi de 5,93 mm e a média de evapotranspiração diária da cultura foi de 2,25 mm.

O experimento foi conduzido em DBC, com 3 tratamentos e 7 repetições, sendo; T1 canteiro com drenagem natural, T2 e T3 (Figura 1) canteiros com drenos subsuperficiais e laterais respectivamente com lona e compactado.



Figura 1 - Construção dos canteiros correspondentes ao T2 e T3. Canteiro com lona (a); Construção dos drenos laterais (b); Construção dos canteiros compactados (c); Utilização de isopor como material inerte drenante dos drenos laterais (d).

Todos os canteiros foram confeccionados mecanicamente com o auxílio do equipamento enxada rotativa, constituindo 21 canteiros de 1 m² cada. Os canteiros com o sistema de drenagem subsuperficiais foram reconstituídos manualmente, realizando a retirada do solo, até 40 cm de profundidade, para construir os sistemas de drenagem, que consistiam de uma declividade direcionada para o centro do canteiro, para que a água fosse escoada para uma das extremidades, respeitando as características do relevo.

Na extremidade dos canteiros de T2 e T3, foram construídos canais de drenagem, com o auxílio do

isopor, os quais possibilitavam que o excesso de água saísse dos canteiros.

Para o solo compactado T3, utilizou-se um soquete de solo artesanal, habitualmente utilizado em construção civil.

Na confecção de T2, a impermeabilização do solo foi realizada com o auxílio de uma geomembrana, comumente utilizada na impermeabilização de rodovias.

Foi realizada análise química do solo, conforme metodologia de RAIJ, et al. (2001). Utilizando a metodologia segundo RAIJ, et al. (1997), realizou-se as etapas recomendadas como a correção de acidez,

adubação, semeadura realizada utilizando o espaçamento de 10 cm entre linhas e 5 cm entre plantas, desbaste e a colheita de 28 plantas por canteiro, já que foram descartadas as plantas da bordadura.

As variáveis medidas que indicam o desenvolvimento produtivo foram: diâmetro médio das raízes (DMR), massa fresca das raízes (MFR), massa fresca das folhas (MFF), massa seca das raízes (MSR) e massa seca das folhas (MSF). Para analisar o comportamento dos atributos físicos do solo foram realizadas as seguintes variáveis: Densidade, Argila, Areia e Silte.

No dia da colheita foram realizadas as análises de DMR, MFR, MSR, MSF e MFF. Para a medição da variável DMR foi utilizado um paquímetro analógico. Por fim, utilizando uma balança de precisão de 0,001, determinaram-se os valores de MFR, MSR, MSF e MFF.

As amostras das variáveis de massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR) foram submetidas em uma estufa de circulação aberta a 45 °C por 72 horas, e após esse período, utilizando a balança de precisão de 0,001 g, foi possível coletar os seus dados.

As análises de argila, areia, silte e densidade de solo seguiram a metodologia da EMBRAPA (1997).

Após a coleta dos dados de todas as variáveis foi utilizado o programa Sisvar (FERREIRA, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância a 5%, com aplicação do teste F e as médias das características foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As variáveis diâmetro médio das raízes (DMR), massa fresca das raízes (MFR), argila e densidade (Tabela 1) apresentaram significância no teste F a 5% e no teste de Tukey a 5%, enquanto que as variáveis massa fresca das folhas (MFF), massa seca das folhas (MSF), massa seca das raízes (MSR), silte e areia não apresentaram significância entre si.

O tratamento com drenagem natural T1 apresentou significância sendo superior em relação ao T2 e T3 no teste de Tukey a 5% para as variáveis DMR e MFR, relacionadas ao desenvolvimento produtivo do rabanete, enquanto que, para as variáveis de argila e densidade, os tratamentos apresentaram resultado inverso as variáveis de DMR e MFR.

Tabela 1. Análise das variáveis de desenvolvimento produtivo e de comportamento dos atributos físicos do solo por meio do Teste Tukey a 5%.

Tratamento	DMR (mm)	MFF (mm)	MSF (mm)	MSR (mm)	MFR (g)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Densidade
T1	3,91a	43,78a	48,57a	36,75a	49,81a	16,96b	12,64a	70,37a	1,22a
T2	3,43b	35,53a	40,85a	38,45a	38,61b	18,94a	11,59a	39,49a	1,52b
T3	3,42b	38,52a	44,34a	38,05a	39,11b	18,86a	12,36a	69,76a	1,50b
F	5,08*	3,12 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,021 ^{ns}	5,35*	6,05*	1,43 ^{ns}	1,04 ^{ns}	3,77*
C.V.(%) ¹	9,15	15,93	25,08	43,02	17,04	5,97	9,93	11,68	3,09

¹ C.V.: Coeficiente de Variação; T1 – canteiro com drenagem natural; T2 – canteiro com lona; T3 – canteiro compactado; *significativo a 5%.

Analisando as variáveis de argila e densidade, observa-se que o T1 continha menor porcentagem de argila, e o solo uma menor densidade. Os T2 e T3 se apresentaram mais densos e com maior porcentagem de argila devido à reconstituição dos canteiros a qual promoveu maior revolvimento do solo no processo de confecção desses canteiros comparados ao T1.

Esse maior revolvimento do solo disponibilizou uma maior quantidade de argila na superfície dos canteiros, tornando esses tratamentos mais coesos e densos que o T1. Os autores Lal, Shukla, (2004) e Kaufmann et al. (2012) citam que a liberação da argila reduz a dimensão dos canalículos do solo devido à iluviação de partículas finas e posterior ajuste face a face da caulinita devido o deslocamento do ferro, criando um selamento na superfície do solo, que quando seco é chamado de crosta. Esse selamento tornou o solo mais compacto e denso, que afetou diretamente no desenvolvimento radicular do

rabanete nos T2 e T3. Essas características de selamento causado pela Argila, corroboram com relatos de produtores rurais da região do Vale do Ribeira.

Alves, Cabeda (1999), Medeiros et al. (2009) e Kaufmann et al. (2012) relatam que o revolvimento das camadas do solo é mais intenso em sistema de preparo de solo convencional, que promove movimentações na camada superficial do solo, como pode-se observar com os valores obtidos de argila e densidade, e com isso tende a afetar as características físico-hídricas do solo.

O Vale do Ribeira apresenta índice pluviométrico bem distribuído e, em alguns meses do ano, elevado, em relação as demais regiões do estado de São Paulo, fazendo com que muitos produtores relatem problemas com a drenagem de seus canteiros. Além do alto índice pluviométrico que ocasiona um excesso de água em determinados períodos nos canteiros,

deve-se levar em consideração que o sistema de cultivo empregado por esses agricultores é o convencional, o qual segundo os autores Darboux, Huang (2005), Fox et al. (1998) e Kaufmann et al. (2012) proporciona um aumento na rugosidade e aumento do tempo de resposta para iniciar efetivamente o escoamento superficial, causando empoçamentos

Uma opção para esses produtores seria incorporar o sistema de plantio direto para ter-se uma cobertura vegetal no solo, que de acordo com Morin et al. (1989) e Zonta et al. (2012) aumentaria a taxa de infiltração de água no solo, já que os solos da região são de textura média ou argilosa, os quais aumentam o tempo de infiltração em comparação com solos mais arenosos de outras regiões. Porém vários fatores implicam na aceitação do sistema, entre eles fatores culturais.

Muitas áreas utilizadas na agricultura no Vale do Ribeira apresentam condições desfavoráveis de drenagem natural, e com isso, existe a necessidade de desenvolver sistemas artificiais de drenagem os quais segundo Barros et al. (2007) e Pompeu et al. (2017) servem para eliminação da água em excesso do solo em condições hidraulicamente satisfatórias de maneira mais eficiente que naturalmente.

Os dois sistemas de drenagem artificial, T2 e T3, implantados no experimento apresentaram problemas de caráter físico do solo, não demonstrando viabilidade de implantação em áreas de cultivo de cultivo. Novos testes podem ser realizados para solos arenosos com esse sistema de drenagem, já que de acordo com Nachabe (1998) e Brito et al. (2011) em solos arenosos o movimento de água para baixo é mais rápido que em solos de textura média ou argiloso. Pompeu et al. (2017) alegam que outra barreira limitante para a sua inserção em um sistema de produção é o seu alto custo de implantação e mão-de-obra, o que encareceriam o ciclo produtivo do rabanete.

Sollins (1998) e Higuicchi et al. (2014) relatam que a drenagem se torna ineficiente quando seu fornecimento de água para as plantas não é adequado, comprometendo assim a capacidade de infiltração de água no solo. Enquanto que para Vogel (2002), Deures et al. (2003), Anderson et al. (2000), Vogel et al. (2005) e Kaufmann et al. (2012) a capacidade de infiltração é comprometida por alguns fatores como as práticas agrícolas empregadas, entre esses fatores Pott, Maria (2003), e Zonta et al. (2012) relatam características como densidade do solo, cobertura do solo, textura do solo, encrostamento superficial, assim como Morin et al. (1989) e Zonta et al. (2012) citam as características da chuva, como intensidade e duração.

Nos T2 e T3 (Tabela 1), com os resultados de densidade maior para esses tratamentos, pode-se

observar, que a suas taxas de infiltração de água foram afetadas, e com isso o rabanete apresentou um menor desenvolvimento devido ter ocorrido uma drenagem ineficiente nesses canteiros. A argila presente na superfície foi outro fator que afetou a drenagem, a qual foi disponibilizada nesses tratamentos na superfície devido as práticas agrícolas empregadas, assim como discutido por Vogel (2002), Deures et al. (2003), Anderson et al. (2000), Vogel et al. (2005) e Kaufmann et al. (2012), correspondentes à construção dos drenos subsuperficiais como método de drenagem artificial onde ocorreu a inversão das camadas do solo. Contudo, houve o selamento dos T2 e T3, decorrente da presença da argila, impedindo uma adequada infiltração de água no solo.

Entre os fatores que podem ter afetado a taxa de infiltração de todos os canteiros, principalmente dos modelos T2 e T3, corroborando com a diminuição de suas eficiências, assim como citado por Morin et al. (1989) e Zonta et al. (2012), são a falta de cobertura vegetal nos canteiros, contendo apenas os rabanetes plantados, e alta precipitação com duração e intensidade prolongadas nesse período.

Os dados de precipitação implicam que ocorreu uma precipitação maior que a esperada para o período, o que favoreceu a formação do selamento nos T2 e T3, e com isso afetou as condições físico-hídricas dos canteiros.

Quando as condições físico-hídricas são afetadas, as raízes que se encontram na camada subsuperficial do solo tem seu desenvolvimento diretamente afetado, e assim como citado por Silva et al. (2012) e Caetano et al. (2015), a cultura é sensível à redução ou excesso de água disponível no solo, como também pela quantidade de oxigênio, fatores esses que reduzem o desenvolvimento do rabanete.

Segundo Azevedo, Saad (2012) e Lima et al. (2015) é importante manter a cultura próxima a capacidade de campo, e de acordo com Pereira et al. (1999) e Lima et al., (2015) com esse controle evita-se alterações no desenvolvimento da planta, como aconteceu em T2 e T3, que obtiveram desenvolvimento inferior devido a interferência causada por vários fatores físico-hídricos.

Cunha et al. (2017) citam que o estresse hídrico afeta a qualidade da raiz do rabanete, como pode-se observar nos resultados de DMR e MFR, tendo afetado a qualidade da raiz do rabanete produzido, e assim como Rodrigues et al. (2013), observou negativamente que a produção de matéria da parte aérea e raiz frescas, além do diâmetro do rabanete foram afetados em T2 e T3.

Silva et al. (2012) e Caetano et al. (2015) relatam que as raízes por se desenvolverem nas primeiras camadas do solo, são diretamente afetadas pelas condições físico-hídricas, as quais foram comprovadas no experimento que foram afetadas em

T2 e T3 pelas variáveis de argila e densidade, as quais comprometeram diretamente o seu desenvolvimento, comprovadas pelas variáveis DMR e MFR.

CONCLUSÕES

1. Os canteiros de drenagem natural, obtiveram melhores resultados em DMR e MFR, e em contrapartida, obtiveram menores médias nas variáveis de argila e densidade, o que possibilitou o melhor desenvolvimento da cultura.

2. Para as condições experimentais realizadas, as opções de canteiros com drenagem subsuperficial com lona e com solo compactado não aduziram viáveis para a drenagem deste solo.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. C. F., FERRAZ, M. V., CECÍLIA, L. G. Percepção arborização urbana—moradores de Registro, no estado de São Paulo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 14, n. 4, p. 52-65, 2019.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. DE M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p.711–728, 2014.
- BRITO, A. S., LIBARDI, P. L., MOTA, J. C. A., MORAES, S. O. Estimativa da capacidade de campo pela curva de retenção e pela densidade de fluxo da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 6, p. 1939-1948, 2011.
- CAETANO, A. O., DINIZ, R. L. C., BENETT, C. G. S., SALOMÃO, L. C. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura do rabanete. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 2, n. 4, p. 55-59, 2015.
- CUNHA, F. F., CASTRO, M. A., GODOY, A. R., MAGALHÃES, F. F., LEAL, A. J. F. Irrigação de cultivares de rabanete em diferentes épocas de cultivo no Nordeste Sul Mato-Grossense. **Irriga**, v. 22, n. 3, p. 530-546, 2017.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. **EMBRAPA SOLOS**, v. 2, 1997.
- EMBRAPA SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de solos. **EMBRAPA SOLOS**, n. 2, 306p, 2006.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **45a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria**, p. 255-258, 2000.
- FROUFE, L. C. M., RACHWALL, M. F. G., SEOANE, C. E. S. Potencial de sistemas agroflorestais multiestrata para sequestro de carbono em áreas de ocorrência de Floresta Atlântica. Pesquisa Florestal Brasileira, **Embrapa Florestas**, v. 31, n. 66, p. 143-154, 2011.
- HIGUCCHI, P., SILVA, A. C., AGUIAR, M. D., MAFRA, Á. L., NEGRINI, M., ZECH, D. F. Partição espacial de espécies arbóreas em função da drenagem do solo em um fragmento de Floresta com Araucária no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 2, p. 421-429, 2014.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Banco de dados de estações meteorológicas convencionais e automáticas. **INMET**. Disponível on-line em: <www.inmet.gov.br>. Acessado em: 10 de mai. 2019.
- KAUFMANN, V., CASTRO, N. M. R., PINEHIRO, A. Escoamentos superficiais e de drenagem em solo com diferentes manejos e intensidades de chuvas simuladas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 17, n. 4, p. 273-285, 2012.
- LIMA, E. M. C., MALLER, A., HARA, A. T., REZENDE, F. C., CARVALHO, J. A. Efeito de diferentes níveis de água no solo na produção do rabanete cultivado em dois tipos de ambientes protegidos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 23, n. 4, p. 346-354, 2015.
- MATOS, R. M., SILVA, P. F., LIMA, S. C., CABRAL, A. A., NETO, J. D. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.1, p.151-164, 2015.
- NOMURA, E. S., JÚNIOR, E. R. D., FUZITANI, E. J., AMORIM, E. P., SILVA, S. O. Avaliação agrônômica de genótipos de bananeiras em condições subtropicais, Vale do Ribeira, São Paulo - Brasil. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 112-122, 2013.
- POMPEU, F. S. S., MIRANDA, E. P., OLIVEIRA, F. É. R., MARTINS, G. S., MACIEL, W. M. Ensaio comparativo entre envoltórios de drenos tubulares na drenagem agrícola. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2017.
- RAIJ, B. V., ANDRADE, J.C., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A. Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais. **IAC**, 285p, 2001.
- RAIJ, B. V., CANTARELLA, H., QUAGGIO, J. A., FURLANI, A. M. C. Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo. **IAC**, v. 2, p. 174-175, 1997.
- RODRIGUES, J. F., REIS, J. M. R., REIS, M. A. Utilização de esterco em substituição a adubação mineral na cultura do rabanete. **Revista Trópica, Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 7, n. 2, p. 160-168, 2013.
- RODRIGUES, R. R., PIZETTA, S. C., TEIXEIRA, A. G., REIS, E. F., HOTT, M. O. Produção de rabanete em diferentes disponibilidades de água no solo. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 2121-2130, 2013.
- SATO, J. H., FIGUEIREDO, C. C. D., LEÃO, T. P., RAMOS, M. L., KATO, E. Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. **Revista**

Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 2, p. 189-193, 2012.

SILVA, R. T., SILVA, A. A. T., OLIVEIRA, F. A., TARGINO, I. S. O., SILVA, M. L. N. Tolerância do rabanete ao encharcamento do solo. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 25-33, 2012.

SLOMP, J. J., LEITE, J. A. O., TRENTIN, A., LEDESMA, G. S., CECCHIN, D. Efeito de diferentes níveis de irrigação baseados em frações do tanque classe “A” sobre a produção de rabanete (*Raphanus sativus* L.) variedade

“Crimson Giant”. **Revista Perspectiva**, v. 35, n. 131, p. 99-107, 2011.

SOUZA, E.J., CUNHA, F.F., MAGALHÃES, F.F., SILVA, T.R., BORGES, C.R.Z., ROQUE, C.G. Métodos para estimativa da umidade do solo na capacidade de campo. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.11, n.1, p.43-50, 2013.

ZONTA, J. H., MARTINEZ, M. A., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D., SANTOS, M. R. Efeito da aplicação sucessiva de precipitações pluviais com diferentes perfis na taxa de infiltração de água no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 377-388, 2012.