

**Produtividade de citros e atributos
químicos de um Argissolo influenciados
pela adubação orgânica e mineral**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Tabuleiros Costeiros
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
155**

Produtividade de citros e atributos
químicos de um Argissolo influenciados
pela adubação orgânica e mineral

*Joézio Luiz dos Anjos
Richard Matos de Souza
Lafayette Franco Sobral*

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Aracaju, SE
2020

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Avenida Governador Paulo Barreto de Menezes,
nº 3250, CEP 49025-040, Aracaju, SE
Fone: +55 (79) 4009-1300
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e edição
Embrapa Tabuleiros Costeiros

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Ronaldo Souza Resende

Secretário-Executivo
Ubiratan Piovezan

Membros
Amaury da Silva dos Santos
Ana da Silva Lédo
Anderson Carlos Marafon
Joézio Luiz dos Anjos
Julio Roberto Araujo de Amorim
Lizz Kezzy de Moraes
Luciana Marques de Carvalho
Tânia Valeska Medeiros Dantas
Viviane Talamini

Supervisão editorial e editoração eletrônica
Aline Gonçalves Moura

Normalização bibliográfica
Josete Cunha Melo

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa
Joézio Luiz dos Anjos

1ª edição
Publicação digital - PDF (2020)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Anjos, Joézio Luiz dos.

Produtividade de citros e atributos químicos de um agrissolo influenciados pela adubação orgânica e mineral. / Joézio Luiz dos Anjos, Richard Matos de Souza, Lafayette Franco Sobral. – Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020.

29 p. : il. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1961; 155).

1. Citrus. 2. Agrissolo. 3. Adubação orgânica. 4. Adubação mineral. I. Souza, Richard Matos de. II. Sobral, Lafayette Franco. III. Série.

CDD (21. ed.) 634.3

Josete Cunha Melo - (CRB 5/1383)

© Embrapa, 2020

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução.....	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	12
Conclusões.....	26
Agradecimentos.....	26
Referências	26

Produtividade de citros e atributos químicos de um Argissolo influenciados pela adubação orgânica e mineral

Joézio Luiz dos Anjos¹

Richard Matos de Souza²

Lafayette Franco Sobral³

Resumo – Os Argissolos dos Tabuleiros Costeiros são solos com baixo teor de argila nos horizontes superficiais e são predominantemente caulínticos. Nesses solos, a adubação orgânica não somente fornece nutrientes, como também melhora as condições físicas e biológicas do solo. Sendo assim, foi conduzido um experimento em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros com o objetivo de observar os efeitos das adubações orgânica e mineral em atributos do solo e na produção da laranjeira ‘Pera’ enxertada em limão ‘Cravo’. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram os seguintes: adubação mineral; húmus de minhoca; compostagem laminar; húmus de minhoca com adubação mineral e compostagem laminar com adubação mineral. Nos tratamentos que receberam húmus de minhoca e compostagem laminar, foram observados maiores valores de pH, matéria orgânica, Ca^{2+} , Mg^{2+} e menores de H+Al . Os teores foliares de P, K, Ca e Mg foram maiores no tratamento que recebeu fertilizante mineral. A melhoria da qualidade de solo, através dos adubos orgânicos e dos altos teores de P e K do solo, não influenciaram a produção de frutos.

Termos para indexação: fertilidade do solo, macronutrientes, qualidade de solo.

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

² Engenheiro-agrônomo, mestre em Fertilidade dos Solos, Engenheiro-agrônomo da Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE.

³ Engenheiro-agrônomo, PhD em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Citrus yield and chemical attributes of an Ultisol as influenced by organic and mineral fertilization

Abstract – Coastal Tablelands Ultisols are low in clay content and kaolinite is the main type of clay. In these soils, organic fertilization not only provides nutrients but also improves soil physical and biological soil conditions. An experiment was carried out in a Coastal Tablelands Ultisol in order to observe the effects of mineral and organic fertilization on soil attributes and in the orange tree yield. A complete randomized block design was used with five treatments and five replications. Treatments were the following: mineral fertilization; vermicompost; layered compost; vermicompost plus mineral fertilization and layered compost plus mineral fertilization. In the treatments that received vermicompost and layered compost, higher values of soil pH, organic matter and Ca^{2+} and Mg^{2+} and low values of H+Al were observed. Phosphorus, K, Ca and Mg leaf contents were higher in the mineral fertilization. Improvements in soil quality by the application of organic fertilizers did not influence the orange yield.

Index terms: soil fertility, macronutrients, soil quality.

Introdução

Os Argissolos dos Tabuleiros Costeiros são solos com baixo teor de argila nos horizontes superficiais e são predominantemente cauliniticos (Moreau et al., 2006). Nesses solos, a matéria orgânica tem papel fundamental na manutenção da fertilidade, pois além de fornecer nutrientes, contribui na melhoria de suas condições químicas, físicas e biológicas (Fontana et al., 2010; Pedrotti et al., 2015; Moura et al., 2015).

A capacidade de troca catiônica nos Argissolos de Tabuleiros Costeiros é em grande parte devido a matéria orgânica. Considerando que a caulinita (tipo de argila predominante nesses solos) tem em média $9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de capacidade de troca catiônica (Sobral, 1984), um Argissolo ($d_{ap} = 1,3 \text{ kg dm}^{-3}$) com 150 gramas de argila por quilograma de solo na camada superficial teria apenas $1,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Entretanto, a capacidade de troca catiônica dos Argissolos varia de 4 a 6 cmol dm^{-3} devido a presença de matéria orgânica.

De maneira geral, resultados positivos têm sido observados quando adubos orgânicos são aplicados nos Argissolos dos Tabuleiros Costeiros. Anjos et al. (2013) observaram aumento significativo no teor de matéria orgânica do solo e no diâmetro médio de agregados com a aplicação de húmus de minhoca. Moura et al. (2015) observaram que a adição de resíduos orgânicos ao solo na zona de coroamento da laranjeira, provocou um aumento das taxas de respiração microbiana em relação ao tratamento com a realização somente da adubação mineral.

Almeida et al. (2005) observaram que o aumento de doses de esterco bovino promoveu maior desenvolvimento de tangerineira 'Poncã' durante os seus dois primeiros anos de desenvolvimento. Sorrenti et al. (2008) observaram que a mistura de vermicomposto e sangue seco bovino podem ser utilizados como fonte alternativa de N para pomares de tangerineira cv. Clemenules na fase inicial do crescimento, aumentando a respiração basal e o nitrogênio total do solo. Müller et al. (2011) concluíram que a aplicação bianual de composto orgânico e anual de biofertilizante em um Argissolo cultivado com tangerineiras proporcionou incremento de matéria orgânica na camada superficial do solo e dos teores de P, K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} nas três camadas de solo avaliadas. Moura (2013) observou que a aplicação de resíduos

orgânicos na área de projeção da copa de laranja 'Pera' promoveu incrementos no pH e nos teores de P, Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo. Em outro trabalho, Moura et al. (2017) observaram que a adição de resíduos orgânicos nesses solos também provocou elevação dos teores de matéria orgânica total, na camada mais superficial (0 - 5 cm de profundidade) e aumento da fração lábil em todas as três camadas amostradas (0 - 5 cm, 5 - 10 cm e 10 - 15 cm).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da compostagem laminar e da aplicação de húmus de minhoca, em associação ou não à adubação mineral convencional, em um pomar de laranja 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em um Argissolo Acinzentado distrófico com fragipã Tb A fraco textura média fase floresta subperenifólia relevo plano (Anjos, 2006), localizado no Campo Experimental de Umbaúba, SE. O pomar foi implantado em 2009 e o experimento conduzido de 2011 a 2018. Para este trabalho, foram utilizados dados obtidos em 2013, 2015 e 2017.

Amostras de solo foram coletadas antes da implantação do experimento na profundidade 0 - 20 cm e foram submetidas para análises granulométrica e de fertilidade. A distribuição granulométrica foi a seguinte: areia total 733 g kg^{-1} , silte $105,5 \text{ g kg}^{-1}$ e argila $161,5 \text{ g kg}^{-1}$. Quanto às análises químicas os resultados foram os seguintes: matéria orgânica $26,9 \text{ g kg}^{-1}$, pH (H_2O) 6,1, P $32,3 \text{ mg dm}^{-3}$, K^+ $1,63 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Ca^{2+} $13,8 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Mg^{2+} $4,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, Al^{3+} $3,0 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, H+Al $14,6 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, soma de bases $19,43 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$, capacidade de troca catiônica $34,03 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e saturação por bases 57,09%.

O espaçamento adotado no pomar foi de 6 m por 4 m, que equivale a 416 plantas por hectare. As parcelas úteis foram compostas por 02 plantas em linha equivalente a 48 m^2 . A cultivar implantada foi laranja 'Pera' (*Citrus sinensis* L. Osbeck), tendo limoeiro 'cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) como porta-enxerto. O pomar foi conduzido sem irrigação. Para o controle das plantas daninhas, foi aplicado o glifosato na linha das plantas e roçagem no período das águas. Gradagem superficial foi realizada no início do período seco nas entrelinhas.

O experimento foi implantado no delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. Para este trabalho foram considerados os seguintes tratamentos: 1) adubação mineral convencional (AM); 2) húmus de minhocas (HM); 3) compostagem laminar (CL); 4) húmus de minhocas com adubação mineral convencional (HM+AM); 5) compostagem laminar com adubação mineral convencional (CL+AM). As doses de fertilizantes minerais e orgânicos aplicados são apresentadas na Tabela 1.

Os fertilizantes foram parcelados, anualmente em duas aplicações no início e no final do período chuvoso. Os tratamentos foram aplicados nas seguintes datas: 2012 (1ª aplicação em 28 e 29 de março e; 2ª aplicação em 28 e 29 de novembro); 2014 (1ª aplicação em 29 de abril e; 2ª aplicação em 04 de setembro); 2016 (1ª aplicação em 30 de maio e; 2ª aplicação em 30 de agosto).

Tabela 1. Fontes e quantidades de fertilizantes minerais e orgânicos aplicados em 2012, 2014 e 2016 na laranja, cultivada em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros, Umbaúba, SE.

Tratamentos		Quantidade
2012		
T.1 - Adubação mineral	1000 g de ureia + 1000 g de fosfato de Gafsa	
T.2 - Húmus	70 L húmus de minhoca + 40 L de palha coqueiro + 20 L de capim roçado + 200 g de fosfato de Gafsa	
T.3 - Compostagem laminar	70 L de esterco bovino + 70 L de palha de coqueiro + 20 L de capim roçado + 300 g de fosfato de Gafsa	
T.4 - Húmus e adubação mineral	70 L de húmus de minhoca + 40 L de palha de coqueiro + 20 L de capim roçado + 1000 g de ureia + 500 g Gafsa	
T.5 - Compostagem laminar e adubação mineral	70 L de esterco bovino + 70 L de palha de coqueiro + 20 L de capim roçado + 1000 g de ureia + 300 g de fosfato de Gafsa	
2014		
T.1 - Adubação mineral	850 g ureia + 350 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio	
T.2 - Húmus	40 L de húmus de minhoca	
T.3 - Compostagem laminar	50 L de esterco bovino + 70 L de capim roçado + 300 g de fosfato de Gafsa	

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Tratamentos	Quantidade
2014	
T.4 - Húmus e adubação mineral	40 L de húmus de minhoca + 850 g de ureia + 300 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio
T.5 - Compostagem laminar e adubação mineral	50 L de esterco bovino + 70 L de capim roçado + 850 g de ureia + 300 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio
2016	
T.1 - Adubação mineral	850 g de ureia + 800 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio
T.2 - Húmus	100 L de húmus de minhoca + 20 L capim roçado + 800 g de fosfato de Gafsa
T.3 - Comp. Laminar	100 L esterco de cavalo + 60 L de capim roçado + 800 g de fosfato de Gafsa
T.4 - Húmus e adubação mineral	100 L de húmus de minhoca + 20 L de capim roçado + 800 g de ureia + 800 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio
T.5 - Compostagem laminar e adubação mineral	100 L de esterco de cavalo + 60 L de capim roçado + 800 g de ureia + 800 g de fosfato de Gafsa + 320 g de cloreto de potássio

Valores correspondem ao total de 2 aplicações em 28 março e 29 novembro em 2012, 29 de abril e 04 de setembro em 2014 e 30 maio e 30 de agosto em 2016.

Os teores totais de N, P₂O₅, K₂O e Ca aplicados nos anos de 2012, 2014 e 2016 são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidades de N, P₂O₅, K₂O e Ca aplicadas nos anos de 2012, 2014 e 2016 na laranjeira, cultivada em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros, Umbaúba, SE.

Tratamentos	N			P ₂ O ₅			K ₂ O			Ca		
	2012	2014	2016	2012	2014	2016	2012	2014	2016	2012	2014	2016
	----- g pl ⁻¹ ano ⁻¹ -----											
AM	476,0	382,5	360,0	76,4	24,5	56,0	38,8	203,0	185,6	341,4	112,0	256,0
HM	431,0	180,0	476,0	112,9	48,1	182,6	218,1	84,0	248,7	567,5	253,1	910,1
CL	498,5	316,0	358,0	123,8	79,4	121,0	364,5	192,2	552,4	617,3	478,9	329,27
HM + AM	881,0	562,5	836,0	133,9	69,1	182,6	218,1	287,0	434,3	663,5	349,1	910,1
CL+AM	948,5	698,5	718,0	158,8	101,8	121,0	364,5	531,3	642,0	681,3	478,9	329,27

AM - Adubação mineral; HM – Húmus de minhoca e CL – Compostagem laminar.

O teor de N total dos materiais utilizados foi obtido pelo método N-Kjeldahl. Para obtenção dos teores totais dos P, K e Ca contidos nos materiais orgânicos utilizados, foi realizada uma digestão a quente com uma mistura dos ácidos nítrico e perclórico na proporção de 3:1. O extrato digerido foi transferido para balão volumétrico. O P foi determinado em espectrofotômetro de absorção molecular após reagir com o reagente vanadato-molibdato. O Ca e o Mg foram determinados por absorção atômica (Silva, 2009).

Foram coletadas amostras de solo nas camadas 0 – 5 cm e 5 – 10 cm em 08/05/2013; 0 – 20 cm em 06/05/2015; 0 – 10 cm e 10 – 20 cm em 26/09/2017, na projeção da copa das plantas, local de aplicação dos fertilizantes. As amostras foram secas ao ar, peneiradas para passar na malha de 2 mm e analisadas. O pH determinado em água na proporção solo: água de 1:2,5. O P e o K foram extraídos com a solução Mehlich-1. O P foi mensurado por absorção molecular após reação com o molibdato de amônio, e o K por absorção atômica. O Ca e o Mg foram extraídos com uma solução 1 N de KCl e mensurados por absorção atômica. O H+Al foi extraído com solução de acetato de cálcio a pH 7,0. O carbono orgânico foi obtido pelo método de Wakley & Black . Todas as análises foram feitas de acordo com Silva (2009).

Em 08/06/2015, amostras foliares foram coletadas da terceira folha a partir do fruto com seis meses de idade (Sobral et al. 2007). As folhas foram limpas e secas em estufa de circulação forçada à 50 °C até peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho do tipo Willey. Em seguida, as amostras foram digeridas em solução nitroperclórica (3:1) para determinação dos teores de P, K, Ca, e Mg. O P foi determinado por espectrofotometria de absorção molecular, após reação com o vanado molibdato e o K, Ca e Mg por absorção atômica (Silva, 2009). Foram realizadas 2 a 3 colheitas, anualmente. As produções de cada colheita foram somadas e apresentadas para cada ano.

Ao final das análises, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Em 2013, os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e H+Al, foram influenciados significativamente pelas adubações e profundidades consideradas, entretanto não foi observado efeito para a interação entre esses dois fatores. Não foram observados efeitos significativos da profundidade de amostragem nos teores de matéria orgânica do solo (MOS). Esta variável foi apenas influenciada pelas adubações ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3. Matéria orgânica, cálcio trocável, magnésio trocável e acidez total de solo (profundidade 0 - 5 cm e 5 - 10 cm) sob copa de laranjeira 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' submetido a aplicação de adubos orgânicos. Umbaúba, SE, 2013.

Tratamentos	MOS	Cálcio trocável (Ca^{2+})	Magnésio trocável (Mg^{2+})	Acidez total (H+Al)
Adubações	-- g kg ⁻¹ --	----- mmol _c dm ⁻³ -----		
AM	12,85 c	19,29 b	5,33 c	23,53 a
HM	16,82 a	27,84 a	12,87 a	8,79 b
CL	14,53 bc	24,85 ab	12,90 a	10,00 b
HM + AM	16,24 ab	24,44 ab	9,41 b	23,01 a
CL + AM	15,79 ab	20,60 b	10,58 ab	21,64 a
CV adub (%)	10,51	22,32	23,59	27,46
Profundidades				
0 – 5 cm	15,57	27,68 a	12,46 a	19,52 a
5 – 10 cm	14,93	19,13 b	7,98 b	15,27 b
CV prof (%)	13,93	18,62	21,65	30,86

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade dentro de adubações e dentro de profundidades. Legenda: MOS – Matéria orgânica do solo; AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV - Coeficiente de variação.

A profundidade total de amostragem neste ano (10 cm) pode não ter sido suficiente para se observar diferenças significativas na MOS entre as diferentes camadas de solo consideradas. Em solo similar ao do presente experimento, também não foram observadas diferenças significativas para o teor de carbono orgânico entre camadas de solo nos primeiros 10 cm de profundidade (Barros et al., 2013).

Os teores médios de MOS em 2013 foram mais elevados quando houve aplicação de materiais orgânicos. O maior teor de MOS foi constatado no tratamento HM, seguido dos tratamentos HM + AM e CL + AM, com médias muito semelhantes, e do tratamento CL. A matéria orgânica do húmus de minhoca é mais estável no solo, pois já está avançada no processo de decomposição, o qual se apresenta mais lento ou nulo. Nesse estágio, a maior parte dos nutrientes já se encontra mineralizado e os compostos orgânicos restantes apresentam alto peso molecular e são denominados ácidos fúlvicos, húmicos e humina (Silva et al., 2013). A associação entre húmus de minhoca e adubação mineral (tratamento HM+AM) pode ter estimulado a microbiota pelos maiores teores de N e P disponíveis e acelerado a decomposição desses compostos orgânicos (Moura et al., 2017). Isso proporcionou uma leve redução dos teores de MOS em comparação ao tratamento HM.

Em 2013, o tratamento HM foi o único que proporcionou teor de cálcio trocável significativamente superior ao tratamento AM). A provável justificativa para isso se deve à maior concentração de Ca no húmus devido às glândulas calcíferas das minhocas (García Montero et al. 2013), enquanto que o tratamento AM provoca perda de bases no solo devido a acidificação causada pela ureia (Anjos e Sobral, 2019). A aplicação de matéria orgânica também elevou os teores de magnésio trocáveis de uma maneira geral, com maiores valores para os tratamentos HM e CL. A decomposição dos materiais aplicados mineraliza nutrientes e promove a formação de substâncias orgânicas que aumentam as cargas negativas do solo, levando a uma maior adsorção de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Por outro lado, as diferenças observadas entre os tratamentos podem ter relação também com a composição e dinâmica de decomposição desses resíduos. No caso do tratamento CL + AM que foi similar ao tratamento AM, pode ter ocorrido intensa decomposição e mineralização da matéria orgânica aplicada no início do período chuvoso. Em função disso, o cálcio pode ter sido mineralizado em maiores quantidades, o que favoreceu sua lixiviação para as camadas mais profundas. Conforme dito anteriormente, o processo de decomposição da matéria orgânica é incentivado na presença de nutrientes disponíveis no solo, como N e P. A acidez total do solo (H+Al) foi mais elevada com a realização da adubação mineral de forma isolada (AM) ou em conjunto com a aplicação de matéria orgânica (HM+AM e CL+AM). A fonte de N na adubação mineral foi a ureia, cuja nitrificação produz hidrogênio iônico contribuindo para o aumento da acidez total nesses tratamentos

(Caires & Milla, 2016; Anjos e Sobral, 2019). Os maiores teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} e H^+Al foram observados na camada de 0 – 5 cm, provavelmente em função da aplicação de adubos minerais e orgânicos na superfície do solo, local em que reagem e se decompõem, respectivamente, com mais intensidade.

Em 2013, foi observado efeito significativo ($p < 0,05$) da interação entre adubações e profundidades de amostragem para os atributos pH, P, K^+ e Al^{3+} (Tabela 4). Nas duas profundidades amostradas (0 - 5 cm e 5 - 10 cm), o pH do solo foi mais elevado nos tratamentos HM e CL. De maneira geral, é observada na literatura uma tendência de elevação de pH com a aplicação de substâncias orgânicas ao solo (Silva & Menezes, 2010; Krob et al., 2011; Lourenzi et al., 2016) e a principal explicação apresentada para isso se deve a adsorção dos íons H^+ às cargas negativas dos compostos orgânicos (Oliveira et al., 2014; Rós et al., 2014). O pH do solo dos tratamentos tendeu a ser mais elevado na camada mais superficial, em função provavelmente do maior aporte de matéria orgânica nesta camada. No caso do tratamento AM, o maior valor de pH na camada superficial pode estar relacionado a presença de carbonato de cálcio no fosfato natural aplicado, como também pela matéria orgânica aportada pela cultura.

Tabela 4. pH, fósforo disponível, potássio trocável e alumínio trocável de solo sob copa de laranjeira 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo', em diferentes profundidades de amostragem (0 – 5 cm e 5 – 10 cm), submetido a aplicação de adubos orgânicos. Umbaúba, SE, 2013.

Tratamentos	Profundidades	
	0 – 5 cm	5 – 10 cm
	pH em água	
AM	5,12 Ab	4,27 Bc
HM	6,06 Aa	5,63 Bb
CL	6,46 Aa	6,23 Ba
HM + AM	5,22 Ab	4,72 Bc
CL + AM	5,08 Ab	4,80 Bc
CV (%)	2,61	
	Fósforo disponível (P)	
	-----mg dm ⁻³ -----	
AM	294,81 Aa	118,81 Ba

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Tratamentos	Profundidades	
	0 – 5 cm	5 – 10 cm
	Fósforo disponível (P)	
	-----mg dm ⁻³ -----	
HM	183,10 Aa	116,25 Aa
CL	170,53 Aa	109,80 Aa
HM + AM	156,39 Ba	301,29 Aa
CL + AM	171,66 Aa	119,30 Aa
CV (%)	61,20	
	Potássio trocável (K⁺)	
	-----mg dm ⁻³ -----	
AM	40,95 Ab	26,92 Ac
HM	117,15 Ab	83,14 Ac
CL	297,13 Ba	423,42 Aa
HM + AM	47,11 Ab	52,23 Ac
CL + AM	280,25 Aa	296,87 Ab
CV (%)	16,12	
	Alumínio trocável (Al³⁺)	
	-----mmol _c dm ⁻³ -----	
AM	0,70 Ba	2,69 Aa
HM	0,53 Aa	0,00 Bc
CL	0,00 Aa	0,00 Ac
HM + AM	0,59 Aa	0,97 Ab
CL + AM	0,44 Aa	0,75 Abc
CV (%)	58,46	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Legenda: AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV - Coeficiente de variação.

Os teores de P no solo em 2013 foram bastante elevados e apresentaram alto coeficiente de variação. No Argissolo onde foi conduzido o experimento, o teor adequado de P, considerando o teor de argila do mesmo, é > 20 mg dm⁻³ (Sobral et al., 2007) e em todos os tratamentos os teores foram acima de 100 mg dm⁻³. A solução Mehlich-1, que foi utilizada na extração de P deste experimento, não é eficiente para determinar a disponibilidade

de P em solos com a aplicação de fosfatos naturais, como é o caso do presente experimento. Este extrator pode superestimar os valores e causar aumento da variabilidade dos dados obtidos (Freitas et al., 2013).

Mesmo elevados, os teores de P reduziram e aumentaram significativamente com o aumento de profundidade nos tratamentos AM e HM+AM, respectivamente. No tratamento em que foi somente realizada a adubação mineral (AM), grande parte do P que ainda não foi solubilizado está nas camadas mais superficiais do solo, local onde foi aplicado. No tratamento com a associação de húmus de minhoca e adubação mineral, o fosfato de rocha pode ter sido solubilizado pelos ácidos orgânicos presentes no material e se deslocado e acumulado em camadas mais profundas (Rajan et al., 1996).

Em 2013, os teores de potássio trocável foram mais elevados nos tratamentos CL e CL+AM nas duas profundidades analisadas, 0 – 5 cm e 5 – 10 cm. Tal fato se deve provavelmente à composição do material aplicado na compostagem laminar que é rico em potássio (Tabela 2). No tratamento CL, houve maior enriquecimento de K^+ na camada de 5 – 10 cm, o que não foi observado no tratamento CL+AM. Acredita-se que a alta taxa de decomposição e mineralização de nutrientes da matéria orgânica, com a aplicação adicional de fertilizantes minerais, promoveu maior exportação e lixiviação de K, levando a um menor acúmulo desse nutriente na camada amostrada. Para corroborar este fato, é importante relatar que as amostras de solo foram colhidas um ano após a aplicação desses materiais ao solo. Nos tratamentos HM, CL e CL+AM, os teores de K^+ observados foram muito acima do teor adequado, que é de 60 mg dm^{-3} (Sobral et al., 2007), provavelmente em virtude do melhor condicionamento químico do solo (CTC mais elevada) e do residual das aplicações de fertilizantes minerais potássicos e orgânicos desde o início do experimento.

Para a acidez trocável (Al^{3+}) em 2013, todos os teores se encontram na faixa considerada baixa (Sobral et al., 2007), o que é comum para esses solos (Tabela 4). Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos de adubação na camada mais superficial. Na camada de 5 – 10 cm, a aplicação de matéria orgânica proporcionou menores valores de acidez trocável do solo, com destaque para os tratamentos HM e CL, resultado que é coerente com os valores de pH encontrados nesses tratamentos. A aplicação de matéria orgânica do solo, por meio da aplicação de húmus e

realização de compostagem laminar, pode ter proporcionado maior incremento de cargas negativas no solo, reduzindo a acidez ativa e, conseqüentemente, a disponibilidade de Al^{3+} por meio de sua precipitação (Espanhol et al., 2007). Por outro lado, é importante relatar que ácidos orgânicos do solo também podem complexar o alumínio removendo-o do alcance do sistema radicular das plantas (Nolla et al., 2015). O maior valor de Al^{3+} foi observado para o tratamento AM na camada de 5 - 10 cm. Na camada de 0 - 5 cm do tratamento AM, muito provavelmente, a matéria orgânica oriunda de resíduos da cultura, como também a presença de carbonato de cálcio no fosfato de rocha reduziu a acidez ativa e, conseqüentemente, a disponibilidade de Al^{3+} . Entretanto, o aporte de matéria orgânica pela cultura não foi suficiente para reduzir a disponibilidade desse nutriente nas camadas mais profundas, justificando o resultado obtido. Em 2015, as amostras foram coletadas na profundidade de 0 - 20 cm. Foram observados efeitos significativos ($p < 0,05$) para o pH do solo e os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , P, Al^{3+} e K^+ , embora o CV% para estes dois últimos tenham sido muito elevados (Tabela 5). Não foi observado efeito das adubações nos teores de MOS, o que pode estar relacionado ao fato também de não ter sido realizada a estratificação das camadas de solo neste ano. É fato que o maior acúmulo de matéria orgânica se encontra nos primeiros centímetros de solo e, portanto, a estratificação do solo em camadas de espessuras menores possibilitaria uma avaliação mais adequada da dinâmica desta variável (Silva et al., 2002; Nogueira et al., 2012). Apesar dos tratamentos não influenciarem o teor de MOS, observa-se que esses valores foram muito superiores aos do ano de 2013 que se situavam abaixo dos 20 g kg^{-1} . O aporte contínuo de matéria orgânica fornecido pela cultura (desde 2009), húmus de minhoca e compostagem laminar podem explicar esse resultado.

Tabela 5. Valores de pH, matéria orgânica do solo, cálcio trocável (Ca^{2+}), magnésio trocável (Mg^{2+}), alumínio trocável (Al^{3+}) e potássio trocável de solo (K^+) sob copa de laranjeira 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' (profundidade 0 - 20 cm) submetida a aplicação de adubos orgânicos. Umbaúba, SE, 2015.

Adubações	MOS	pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	P	K^+
	- g kg ⁻¹ -		----- mmol _c dm ⁻³ -----		----- mg dm ⁻³ -----		
AM	30,74 a	5,19 d	12,13 c	4,68 d	2,44 a	89,99 c	69,28 c
HM	33,17 a	6,92 b	41,78 a	19,94 ab	0,48 b	216,43	55,36 c
CL	33,81 a	7,33 a	44,83 a	22,92 a	0,80 b	370,21 a	327,70 a
HM + AM	32,78 a	5,99 c	30,69 b	13,52 c	0,35 b	226,39	82,56 cb
CL + AM	33,56 a	5,99 c	34,04 b	16,89 b	0,35 b	375,11 a	268,50 ab
CV (%)	30,22	3,23	9,47	10,14	83,82	21,69	63,15

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Legenda: MOS – Matéria Orgânica do Solo; AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV – Coeficiente de variação.

O pH e os teores de cálcio e de magnésio em 2015 foram menores no tratamento que recebeu a adubação mineral; maiores nos tratamentos que receberam húmus de minhoca e compostagem laminar; e intermediários nos tratamentos que receberam os húmus de minhoca e compostagem laminar acrescidos de adubação mineral (Tabela 5). A nitrificação da ureia produz hidrogênio iônico, contribuindo para o abaixamento do pH e redução das concentrações de Ca e Mg trocáveis nos tratamentos com adubação mineral isolada e adubação mineral e orgânica associada (Caires & Milla, 2016). Provavelmente, o efeito da matéria orgânica no aumento de cargas negativas no solo serviu para amenizar o poder acidificante da ureia nos tratamentos com a associação da adubação orgânica e mineral.

Os dados de acidez total (H+Al) não foram apresentados na Tabela 5, pois apresentaram variabilidade elevada (CV% = 83,94) e o teste F não foi significativo para o efeito das adubações. Para o alumínio trocável, tanto o teste F quanto o Tukey detectaram diferenças significativas entre os tratamentos. Os teores de alumínio no solo variaram de 2,44 mmol_c dm⁻³ no tratamento AM a 0,35 mmol_c dm⁻³ nos tratamentos HM+AM e CL+AM. A aplicação de fertilizantes minerais em solos de baixo poder tampão, como é o caso do solo onde foi conduzido o trabalho, causa acidez e por consequência aumenta a disponibilidade de alumínio no solo para as plantas. Como dito anteriormente, a aplicação de matéria orgânica ao solo pode reduzir a acidez ativa do solo,

como também diminuir a disponibilidade de alumínio para as plantas através da complexação desse elemento por ácidos orgânicos.

Os teores de P e K no solo em 2015 encontravam-se elevados para todos os tratamentos (Tabela 5). Os maiores teores desses nutrientes foram observados nos tratamentos CL e CL+AM, com teores acima de 300 mg dm⁻³ de P e de 200 mg dm⁻³ de K. Estes resultados são coerentes com a quantidade de nutrientes aplicados nesses tratamentos anualmente (Tabela 1) e o respectivo efeito residual das adubações dos anos anteriores. Além da superestimação da disponibilidade de P pelo extrator Mehlich-1 com a aplicação do fosfato de Gafsa, a adição de P através da matéria orgânica parece ser substancial em parte desse fósforo extraído nesse ano. Observa-se que em todos os tratamentos em que houve aplicação de resíduos orgânicos os teores de fósforo foram mais elevados.

Na Tabela 6, estão apresentados os teores foliares de P, K, Ca e Mg de amostras coletadas em 2015.

Tabela 6. Teores foliares de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) de laranjeira 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' submetida a aplicação de adubos orgânicos em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros. Umbaúba, SE, 2015.

Tratamento	P	K	Ca	Mg
	-----g kg ⁻¹ -----			
AM	1,37 a	12,54 a	30,29 a	2,70 a
HM	0,72 b	8,49 b	29,45 a	2,19 b
CL	0,74 b	8,79 b	21,39 b	1,70 c
HM + AM	0,71 b	7,62 b	26,28 ab	1,93 bc
CL + AM	0,76 b	7,53 b	20,53 b	1,59 c
CV (%)	11,35	14,75	14,40	10,27

Legenda: AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV - Coeficiente de variação.

Os maiores teores foliares de P, K e Mg foram observados no tratamento AM. Os maiores teores de cálcio na folha foram observados nos tratamentos AM e HM. Em soma a isso, somente os teores de P, K e Ca do tratamento AM, estão na faixa considerada adequada. Os teores de Mg em todos os tratamentos estão na faixa considerada baixa (Sobral et al., 2007). De maneira geral, esses resultados contradizem o que foi observado para os

atributos químicos do solo dos tratamentos com aplicação de materiais orgânicos. Uma justificativa para isso pode ser a exportação dos nutrientes pela colheita que depaupera a reserva interna das plantas e reduz os teores de nutrientes dos tecidos.

A adubação mineral convencional também libera grande quantidade de nutrientes de forma mais imediata para as plantas e pode ter favorecido a absorção desses nutrientes no período de maior demanda. Com isso, a colheita não impactou grandemente o conteúdo desses elementos nos tecidos, os quais se situaram ainda acima dos níveis adequados no tratamento AM. O fornecimento de nutrientes de adubos orgânicos depende da velocidade de mineralização dos mesmos e pode não atender as demandas das plantas em curto prazo. Além disso, a microbiota pode imobilizar temporariamente alguns nutrientes do solo durante o processo de decomposição, especialmente quando a matéria orgânica aplicada tem baixa quantidade de nutrientes (Teixeira et al., 2009; Maluf et al., 2015).

Em 2017, a amostragem foi realizada nas profundidades de 0 - 10 e 10 - 20 cm. Foi observado efeitos significativos ($p < 0,05$) para a interação entre adubações e profundidades de amostragem na maior parte dos atributos avaliados. O único atributo que não foi influenciado significativamente pelas adubações, profundidades de amostragem e a interação entre essas duas fontes de variação foi a acidez trocável (Al^3). Conforme observado em anos anteriores, os teores de alumínio trocável foram baixos (Sobral et al., 2007) e apresentaram variabilidade elevada (Tabela 7). Essa variabilidade elevada tem relação com os teores muito baixos de alumínio observados, geralmente abaixo de 1 mmol dm^{-3} , e a forma de quantificação adotada que é por meio de titulação com NaOH na presença do indicador azul-de-bromotimol. Teores muito baixos de alumínio, fazem com que o ponto de viragem do indicador seja diferente do ponto de equivalência e isto pode causar erro na quantificação. Entretanto, esse erro não afeta a interpretação dos resultados, pois, com o aumento do teor alumínio trocável do solo, esse tipo de erro diminui.

Em 2017, a camada de 0 – 10 cm apresentou os maiores teores de MOS observados (Tabela 7), fato coerente com o aporte de matéria orgânica nas camadas mais superficiais. Nas duas camadas de solo avaliadas, os teores de MOS foram elevados com a aplicação de vermicomposto e com a realização de compostagem laminar, ambas associadas ou não a adubação

mineral. Tal fato é coerente com a adição constante de matéria orgânica todos os anos, que leva ao incremento da MOS na camada mais superficial e também em profundidade em função da presença e produção de compostos orgânicos solúveis como os ácidos fúlvicos oriundos da decomposição (Ebeling et al., 2011; Baldotto & Baldotto, 2014).

Tabela 7. Matéria orgânica, pH e acidez total (H+Al) de solo sob copa de laranja 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo', em diferentes profundidades de amostragem (0 – 10 cm e 10 – 20 cm), submetido a aplicação de adubos orgânicos. Umbaúba, SE, 2017.

Tratamentos	Profundidades	
	0 – 10 cm	10 - 20 cm
	Matéria orgânica	
	g kg⁻¹	
AM	13,83 Ac	15,93Ab
HM	51,36 Ab	26,21 Bab
CL	56,67 Aab	30,21 Ba
HM + AM	65,53 Aa	31,46 Ba
CL + AM	48,00 Ab	25,12 Bab
CV (%)	18,92	
	pH	
AM	5,87 Ac	5,44 Be
HM	6,84 Aa	6,64 Bb
CL	6,99 Aa	6,91 Ba
HM + AM	5,99 Ac	5,64 Bd
CL + AM	6,27 Ab	6,07 Bc
CV (%)	1,75	
	H + Al	
	mmol_c dm⁻³	
AM	22,89 Bbc	32,97 Aa
HM	18,91 Acd	13,94 Bb
CL	13,81 Ad	11,57 Ab
HM + AM	44,36 Aa	33,15 Ba
CL + AM	28,42 Ab	27,20 Aa
CV (%)	15,02	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Legenda: AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV – Coeficiente de variação.

Os maiores teores de MOS em 2017 foram observados no tratamento HM+AM, na camada de 0 – 10 cm, e nos tratamentos CL e HM+AM, na camada de 10 – 20 cm. A adição constante de vermicomposto e de adubos minerais leva a um maior enriquecimento de MOS, pois o material orgânico aplicado é mais resistente a decomposição, e a adição de nutrientes faz com que o aporte de matéria orgânica pela cultura seja incentivado. As substâncias húmicas solúveis, oriundas do vermicomposto e da decomposição da matéria orgânica da cultura, podem levar ao acúmulo de MOS em profundidade. A compostagem laminar também deve produzir substâncias húmicas solúveis e com o tempo promover acúmulo de matéria orgânica em profundidade. A adição de fertilizantes minerais em associação à compostagem laminar aparentemente incentivou de forma um pouco maior a mineralização da matéria orgânica do que a produção de compostos orgânicos solúveis. O teor de MOS na camada de 10 – 20 cm do tratamento CL+AM é intermediário aos tratamentos CL e AM, e não difere estatisticamente de nenhum deles.

Considerando as duas camadas de solo amostradas, os teores de MOS no tratamento AM, 13,83 e 15,93 g kg⁻¹, (Tabela 7) foram menores que o observado em 2015, 30,74 g kg⁻¹ (Tabela 5). Provavelmente, esse fato tem relação com a textura do solo, que é franco arenosa, e com o baixo aporte de matéria orgânica pela cultura. O menor conteúdo de argila deste solo, faz com que a matéria orgânica seja menos protegida e mais facilmente decomposta pela microbiota, podendo reduzir os teores de MOS, caso não haja suprimento adequado de resíduos orgânicos (XU et al., 2016). Além disso, a adição de nutrientes por meio da adubação mineral também incentiva a taxa de decomposição da MOS, intensificando o problema.

De maneira geral, o pH do solo foi mais elevado nos tratamentos HM e CL e na camada mais superficial, 0 - 10 cm (Tabela 7). As justificativas para isso já foram apresentadas anteriormente. Os resultados de acidez total do solo (H+Al) também estão relacionados às respostas no pH nesse ano. A acidez total foi mais elevada nos tratamentos AM, CL+AM e HM+AM, com destaque para esse último, e pode ter relação com a acidificação proporcionada pela adubação nitrogenada desde o início do experimento. Para o tratamento HM+AM, o aumento do teor de MOS deve ter favorecido a adsorção do H⁺ gerado pela reação da ureia cumulativamente no solo.

Conforme era esperado, os teores de P por Mehlich-1 em 2017 foram bastante elevados em todo o experimento (Tabela 8). O uso de fosfato de Gafsa provavelmente afetou a quantificação de P disponível no solo e as aplicações anuais dessa fonte podem ter intensificado esse problema. Por outro lado, os teores de P foram muito mais elevados na camada superficial (0 – 10 cm) com a aplicação de resíduos orgânicos. Na camada de 10 – 20 cm, os teores de P também foram mais elevados nesses tratamentos, especialmente com a realização da compostagem laminar, entretanto a contribuição da matéria orgânica foi menor que na camada superior. Estes resultados indicam que a maior parte do P do solo deve estar em formas orgânicas. Soma-se a isso, a substancial adição de fósforo ao solo quando foi realizada a compostagem laminar ou a adição de vermicomposto (Tabela 2). Os maiores teores de P dos tratamentos com a realização da compostagem laminar na camada de 10 – 20 cm podem ter relação com a maior mobilidade de formas orgânicas de P no solo e com a solubilização e translocação do P do fosfato de Gafsa pelos ácidos orgânicos produzidos pela decomposição da matéria orgânica. Em 2013, 2015 e 2017, os valores de K no solo foram elevados. Esse fato tem relação provavelmente com a lenta movimentação deste elemento no solo, que é por meio de difusão, e pelo efeito cumulativo da adubação potássica anual. Conforme foi observado nos anos anteriores, as maiores concentrações de K⁺ nos tratamentos CL e CL+AM, com superioridade desse último na camada mais superficial, tem relação com a maior adição de potássio por esses tratamentos.

Tabela 8. Fósforo disponível, cálcio, magnésio e potássio trocáveis de solo sob copa de laranjeira ‘Pêra’ enxertada em limão ‘Cravo’, em diferentes profundidades de amostragem (0 – 10 cm e 10 – 20 cm), submetido a aplicação de adubos orgânicos. Umbaúba, SE, 2017.

Tratamentos	Profundidades	
	0 – 10 cm	10 - 20 cm
	Fósforo disponível (P)	
	----- mg dm ⁻³ -----	
AM	366,72 Ab	192,50 Ab
HM	1119,49 Aa	399,73 Bab
CL	1246,21 Aa	688,122 Ba
HM + AM	1073,96 Aa	441,96 Bab

Continua...

Tabela 8. Continuação.

Tratamentos	Profundidades	
	0 – 10 cm	10 - 20 cm
	Fósforo disponível (P)	
	----- mg dm ⁻³ -----	
CL + AM	1358,97 Aa	752,03 Ba
CV (%)	22,24	
	Cálcio trocável (Ca²⁺)	
	----- mmol _c dm ⁻³ -----	
AM	17,00 Ad	12,61 Ab
HM	73,79 Ab	47,32 Ba
CL	74,24 Ab	46,52 Ba
HM + AM	86,89 Aa	44,50 Ba
CL + AM	62,84 Ac	40,50 Ba
CV (%)	7,68	
	Magnésio trocável (Mg²⁺)	
	----- mmol _c dm ⁻³ -----	
AM	4,57 Ad	3,68 Ac
HM	30,16 Aab	18,47 Bab
CL	34,02 Aa	21,18 Ba
HM + AM	25,97 Abc	13,83 Bb
CL + AM	23,47 Ac	13,80 Bb
CV (%)	12,33	
	Potássio trocável (K⁺)	
	----- mg dm ⁻³ -----	
AM	103,60 Bc	131,00 Ab
HM	94,62 Ac	64,00 Bc
CL	185,40 Bb	211,20 Aa
HM + AM	124,40 Ac	98,48 Bbc
CL + AM	240,20 Aa	205,00 Ba
CV (%)	13,13	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Legenda: AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV - Coeficiente de variação.

Conforme foi observado em anos anteriores, a aplicação da matéria orgânica proporcionou teores mais elevados de Ca^{2+} e Mg^{2+} , nas duas profundidades amostradas. Para o cálcio trocável, os maiores teores na camada mais superficial foram observados no tratamento HM+AM, seguido dos tratamentos HM e CL, semelhantes estatisticamente, e do tratamento CL+AM. A aplicação de matéria orgânica não proporcionou diferenças entre esses tratamentos na camada de 10 - 20 cm. Para o magnésio trocável, os maiores valores foram observados no tratamento CL, seguido em ordem decrescente pelos tratamentos HM, HM+AM e CL+AM. Na profundidade de 10 - 20 cm, os teores de Mg^{2+} seguiram tendência muito semelhante a camada superior, só que os valores foram mais baixos. O tratamento CL+AM proporcionou menores teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} na camada mais superficial, comparado aos demais tratamentos com aplicação de materiais orgânicos. A menor quantidade de MOS nesse tratamento deve ter propiciado menor quantidade de cargas negativas e, conseqüentemente, menor capacidade de adsorção desses elementos no solo, favorecendo sua lixiviação.

A Tabela 9 contém os dados de produção de frutos de 2013, 2015 e 2017. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. A produção de 2013 foi muito baixa em função da baixa pluviosidade observada em 2012. Em 2015, os teores médios de N na folha estiveram na faixa adequada, o que também corrobora com os resultados encontrados no referido ano.

Tabela 9. Produtividade de frutos de laranja 'Pêra' enxertada em limão 'Cravo' submetida a aplicação de adubos orgânicos em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros nos anos de 2013, 2015 e 2017. Umbaúba, SE.

Tratamento	2013	2015	2017
	----- kg ha ⁻¹ -----		
AM	8292 a	30008 a	19425 a
HM	13496 a	34054 a	21375 a
CL	8500 a	31179 a	16225 a
HM + AM	7346 a	34796 a	18621 a
CL + AM	12471 a	40471 a	22492 a
CV(%)	44,44	25,31	22,86

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Legenda: AM - Adubação mineral; HM - Húmus de minhoca; CL - Compostagem laminar; CV - Coeficiente de variação

Conclusões

1. Nos tratamentos que receberam húmus de minhoca e compostagem laminar, foram observados maiores valores de pH e menores de Al^{3+} e de acidez total (H+Al).
2. Os teores de matéria orgânica do solo, Ca^{2+} e Mg^{2+} foram maiores nos tratamentos que receberam húmus de minhoca e compostagem laminar.
3. Os teores foliares de P, K, Ca e Mg foram maiores no tratamento que recebeu fertilizante mineral.
4. A melhoria da qualidade de solo proporcionada pelos adubos orgânicos e pelos altos teores de P e K no solo não influenciaram a produção de frutos.

Agradecimentos

Agradecimentos são devidos ao assistente de pesquisa Tiago Araujo Muniz, pela condução do experimento no campo.

Referências

ALMEIDA, T. R. P.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A.; MISCHAN, M. M. Formação do pomar de tangerina 'Poncã', em função da adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, p. 288-291, 2005

ANJOS, J. L. **Sistemas de manejo de um Argissolo dos tabuleiros costeiros de Sergipe cultivado com citros**. 2006. 83 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, 2006.

ANJOS, J. L.; FERNANDES, A. T. S.; CINTRA, F. L. D.; PORTELA, J. C.; NUNES, M. U. C.; REBOUÇAS, C. A. M. Matéria orgânica e agregados de um argissolo adubado com húmus de minhoca e compostagem laminar em pomar de citros de Sergipe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Ciência do solo: para quê e para quem: anais**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.

ANJOS, J.L.; SOBRAL, L.F. **Fontes de Nitrogênio e Acidificação em um Argissolo dos Tabuleiros Costeiros**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2019, 13p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 144)

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Ácidos húmicos. **Revista Ceres**, v. 61, supl. p. 856-881, 2014.

BARROS, J. D.; CHABVES, L. H. G.; CHAVES, I. B.; FARIAS, C. H. A.; PEREIRA, W. E. Estoque de carbono e nitrogênio em sistemas de manejo do solo, nos tabuleiros costeiros paraibanos. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 1, p. 35-42, 2013.

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, v. 75, n. 1, p. 87-95, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052016000100087&lng=en&nrm=iso

EBELING, A. G.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO, E. F. M.; VALLADARES, G. S. Substâncias húmicas e relação com atributos edáficos. **Bragantia**, v.70, n.1, p. 157-165, 2011.

ESPANHOL, G. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; NUEMBERG, J. N. J.; NAVA, G. Propriedades químicas e físicas do solo modificadas pelo manejo de plantas espontâneas e adubação orgânica em pomar de macieira. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 6, p. 83-94, 2007.

FONTANA, A.; BRITO, R. J.; PEREIRA, M. G.; LOSS, A. Índices de agregação e a relação com as substâncias húmicas em Latossolos e Argissolos de tabuleiros costeiros, Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 3, p. 291-297, 2010.

FREITAS, I.F.; NOVAIS, R.F.; VILLANI, E.M.A.; NOVAIS, S.V. Phosphorus extracted by ion exchange resins and Mehlich-1 from Oxisols (Latosols) treated with different phosphorus rates and sources for varied soil-source contact periods. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p. 667-677, 2013.

GARCÍA-MONTERO, L.; ASENJO, I.V.; GRANDE ORTÍZ, M.A.; MENTA, C.; HERNANDO, I.; Impact of earthworms casts on soil pH and calcium carbonate in black truffle burns. **Agroforestry Systems**, v.87, p. 815-816, 2013. DOI 10-1007/s10457-013-9598-9

KROB, A. D.; MORAES, S. P.; SELBACH, P. A.; BENTO, F. M.; CAMARGO, F. A. O. CAMARGO, F. A. de O. Propriedades químicas de um Argissolo tratado com composto de lixo urbano. **Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 433-439, 2011.

LOURENZI, C.; SCHERER, R.; CERRETA, E. E.; TIECHER, C. A.; CANCIAN, T. L.; FERREIRA, A.; AVELAR, P. A.; BRUNETTO, G. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 3, p. 233-242, 2016.

MALUF, H. J. G. M.; SOARES, E. M. B.; SILVA, I. R. S.; NEVES, J. C. L.; SILVA, L.O.G. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 6, p. 1681-1689, 2015.

MOURA, J. A. **Dinâmica da matéria orgânica em solo tratado com resíduos orgânicos nos Tabuleiros Costeiros do Estado de Sergipe**. 2013. 104 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Sergipe, 2013.

MOURA, J. A.; GONZAGA, M. I. S.; ANJOS, J. L.; RODRIGUES, A. C. P.; LEÃO, T. D. S.; SANTOS, L. C. O. Respiração basal e relação de estratificação em solo cultivado com citros e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 731-746, 2015.

MOURA, J. A.; GONZAGA, M. I. S.; SILVA, T. L.; GUIMARÃES, D. V.; SANTANA, I. L. Organic matter and carbon management index of soil treated with composted and non composted and non-composted layered residues. **Revista Caatinga**, v.30, n.1, p.78-86, 2017.

- MÜLLER, J.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; SEQUINATTO, L.; MAZURANA, M.; STÜRMER, S. L. K.; PIETRZACKA, R. Atributos físicos e químicos de um Argissolo Vermelho em pomar orgânico de citros com manejo da vegetação nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1127-1134, 2011.
- MOREAU, A. M. S. S.; KER, J. C.; COSTA, L. M.; GOMES, F. H.. Caracterização de solos de duas toposequências em tabuleiros costeiros do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, n. 6, p. 1007-1019, 2006.
- NOGUEIRA, E. D.; VASCONCELLOS, B. M. C.; TINEL JUNIOR, C. J. T. Atributos químicos do solos sob diferentes coberturas vegetais em áreas do Platô de Neópolis-SE. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-5, 2012.
- NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; CASTALDO, J. H.; ALVES, E. O. S.; MOTA NETO, L. V.; SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Disponibilidade de nutrientes e fitotoxidez de alumínio: influência da complexação por ligantes na solução do solo. **Journal Agronomy Science**, v. 4, p. 1-16, 2015.
- OLIVEIRA, L. B.; ACCIOLY, A. M. A.; SANTOS, C. L. R.; FLORES, R. A.; BARBOSA, F. S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 157-164, 2014.
- PEDROTTI, A.; SILVA, T. O.; ARAUJO, E. M.; ARAUJO FILHO, R. N.; HOLANDA, F. S. R. Atributos químicos do solo modificados por diferentes sistemas de cultivo associados a culturas antecessoras ao cultivo do milho, nos Tabuleiros Costeiros. **Magistra**, v. 27, p. 292-305, 2015.
- RAJAN, S.S.S.; WATKINSON, J.H.; SINCLAIR, A.G. Phosphate rocks for direct application to soils. **Advances in Agronomy**, v.57, p. 77-159, 1996.
- RÓS, A. B.; NARITA, N.; HIRATA, A. C. S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 205-214, 2014.
- SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; CARMO, C. A. F. S.; VALENCIA, L. I. O.; ANDRADE, A. G. de; MEIRELLES, M. S. **Amostragem de solo em área de soja sob Plantio Direto: uso de Técnicas de Agricultura de Precisão**. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos. 2002. 7 p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 10).
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.
- SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Disponibilidade de micronutrientes catiônicos em solo arenoso após adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 328-335, 2010.
- SILVA, P. R. D.; LANDGRAF, M. D.; REZENDE, M. O. O. Processo de estabilização de resíduos orgânicos: vermicompostagem versus compostagem. **Química Nova**, V 36, n. 5, 2013.
- SOBRAL, L. F. **Phosphorus availability as influenced by chemical and mineralogical properties of Sergipe State Soils**. 1984. Dissertation (PhD) - College Station, Texas, USA, Texas A&M University, 1984.
- SOBRAL, L. F.; VIÉGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L. dos; BARRETO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

SORRENTI, G. B.; FACHINELLO, J. C.; CASTILHOS, D. D.; BIANCHI, V. J.; MARANGONI, B. Influência da adubação orgânica no crescimento de tangerineira cv Clemenules e nos atributos químicos e microbiológicos do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 4, p. 1129-1135, 2008.

TEIXEIRA, C. M.; CARVALHO, G. J.; MESSIAS, J. B.; SILVA, C. A.; PEREIRA, J. M. Decomposição e liberação de nutrientes das palhadas de milho e milho + crotalária no plantio direto do feijoeiro. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 647- 653, 2009.

XU, X.; SHI, Z., LI, D.; REY, A.; RUAN, H.; CRAINE, J. M.; LIANG, J.; ZHOU, J.; LUO, Y. Soil properties control decomposition of soil organic carbon: Results from data-assimilation analysis. **Geoderma**, v.262, p. 235–242, 2016.



Tabuleiros Costeiros

