

# Composto orgânico no estado nutricional de tangerineira 'Poncã'

D.P. Ramos<sup>1</sup>; S. Leonel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundação Instituto de Terras do Estado de São Paulo (ITESP), 14811-124, Araraquara-SP, Brasil  
pitchagro@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Departamento de Horticultura. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP),  
18610-307, Botucatu-SP, Brasil  
sarinel@fca.unesp.br

(Recebido em 03 de dezembro de 2013; aceito em 01 de julho de 2014)

O trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental de São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP, Botucatu-SP. Os tratamentos empregados foram constituídos de doses com 50, 100, 150 e 200% de nitrogênio presente no composto orgânico comercial, mais o tratamento testemunha, equivalendo numa média de três anos de aplicações: T1 = 0 g planta<sup>-1</sup> de N; T2 = 128 g planta<sup>-1</sup> de N; T3 = 256,0 g planta<sup>-1</sup> de N; T4 = 384 g planta<sup>-1</sup> de N e T5 = 512 g planta<sup>-1</sup> de N. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos (doses), com quatro repetições, em parcelas subdivididas no tempo, sendo as adubações aplicadas às parcelas e as épocas de avaliações aplicadas às subparcelas. Cada parcela constituiu-se de duas plantas. Os efeitos da adubação orgânica foram avaliados por meio de análises químicas de macro e micronutrientes nas folhas, antes da adubação e após seis meses a esta, durante dois ciclos produtivos, correspondentes aos anos de 2009, 2010 e 2011. Também foi avaliado o desempenho produtivo. Os dados médios referentes às quatro coletas foram submetidos à análise de variância e a regressão em cada época de avaliação. Os teores foliares de nitrogênio foram considerados adequados, dentro dos padrões estabelecidos para a cultura da tangerineira 'Poncã', após aplicação de três anos consecutivos de composto orgânico ao solo. Houve resposta linear de aumento da produtividade, em função do aumento das doses de composto orgânico aplicadas no primeiro ano e no segundo ano de avaliação, não houve diferenças produtivas entre os tratamentos avaliados.

Palavras-chave: *Citrus reticulata*, adubação orgânica, nutrição, nitrogênio.

## Levels of organic matter on nutrition of 'Poncã' tree mandarin

The work was conducted in Experimental Farm of the Faculdade de Ciências Agrônomicas/ UNESP. The treatments consisted of doses of 50, 100, 150 and 200% of nitrogen present in organic compost, plus the control treatment, equaling an average of 3 years of applications: T1 = 0 g plant<sup>-1</sup> N (Witness), T2 = 128 g plant<sup>-1</sup> of N, T3 = 256.0 g plant<sup>-1</sup> of N, T4 = 384 g plant<sup>-1</sup> of N and T5 = 512 g plant<sup>-1</sup> of N. The experimental design was completely randomized with five treatments (doses) with four replications in a split plot, with the fertilizer applied to main plots and times of assessments applied to the subplots. Each plot consists of two plants. The effects of organic manure were evaluated by chemical analysis of macro and micronutrients in the leaves, before fertilization and after six months this for two production cycles, corresponding to the 2009, 2010 and 2011 years. The average data concerning the four samples were subjected to analysis of variance and regression in each evaluation. Also, it was evaluated the yield. Leaf analyzes showed that the nitrogen levels in leaves were considered adequate, after three years with fertilization with organic compost. The yield increase with the increase of the levels of organic compost in the first year and in the second year, there was not significant differences between the levels of organic compost.

Keywords: *Citrus reticulata*, organic fertilization, nutrition, nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de citros, tendo destaque a citricultura paulista. As tangerinas constituem o segundo grupo de frutos mais importantes da citricultura, onde a 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco) é a principal variedade comercializada em São Paulo [1].

Existem vários fatores e interações que interferem na produtividade dos pomares, sendo que os mais limitantes são a baixa fertilidade dos solos e as adubações insuficientes ou desequilibradas [4, 5, 6, 10], advindas do uso irracional do solo e dos insumos modernos.

O suprimento adequado e o equilíbrio nutricional são fatores determinantes para a produtividade das plantas. É possível evitar insucessos devido às deficiências ou excessos de nutrientes pela correção dos solos, usando a análise de solos como critério para recomendação de corretivos e fertilizantes e, também, a própria planta como objeto de diagnóstico. Para plantas perenes, principalmente, há grande possibilidade de modificar as recomendações de adubações através do monitoramento nutricional [16, 22, 23, 25].

Níveis adequados de nutrientes em folhas, das mais diversas cultivares de citros, ainda não foram estabelecidos, mas vários autores admitem faixas adequadas para macro e micronutrientes para algumas cultivares em diversas condições [9, 15, 17, 18, 19, 20].

Apesar de existirem padrões já estabelecidos, há poucos trabalhos que apresentem o estado nutricional de plantas cítricas quando adubadas com doses de composto orgânico. O trabalho de Santos et al. [25] é um exemplo, no qual, os autores observaram que o manejo do solo com os resíduos proporcionou um aumento significativo no teor de N, P e Ca nas folhas das tangerineiras 'Poncã'.

Diante da falta de informações mais precisas sobre teores de nutrientes foliares adequados para tangerineira 'Poncã', quando a adubação recebida é orgânica, o presente trabalho objetivou avaliar o estado nutricional destas plantas, cultivadas com doses de composto orgânico, durante dois ciclos de produção, no município de São Manuel-SP.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido num pomar de tangerineira 'Poncã', localizado na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, Campus de Botucatu-SP, localizada a 22°38.372'S, 48°43.163'O e altitude de 580 m. O clima é classificado como Cfa (clima temperado mesotérmico) e o solo, de acordo com Embrapa [2] é caracterizado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

O pomar de tangerineira 'Poncã' enxertada em Citrumeleiro 'Swingle', foi implantado em dezembro de 2001, apresentando 11 anos de idade, no espaçamento de 6 x 4 m. O solo apresentava, na camada de 0 a 20 cm, as seguintes características químicas: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 6,4; M.O = 10 g dm<sup>-3</sup>; P (resina) = 9 mg dm<sup>-3</sup>; H + Al = 11 mmolc dm<sup>-3</sup>; K = 1,3 mmolc dm<sup>-3</sup>; Ca = 25 mmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 13 mmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 39 mmolc dm<sup>-3</sup>; CTC = 50 mmolc dm<sup>-3</sup>; V = 78%; B = 1,99 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 2,6 mg dm<sup>-3</sup>; Fe = 25 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 10,6 mg dm<sup>-3</sup> e Zn = 19,9 mg dm<sup>-3</sup>.

Para a análise química das folhas, as mesmas foram lavadas e secas em estufa, a 65°C durante 72 horas e encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo da FCA/UNESP/Botucatu, onde se realizou a análise química, segundo metodologia descrita por Malavolta et al. [14]. Foram analisados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco.

As plantas foram adubadas com composto orgânico comercial classificado como fertilizante orgânico composto sólido, classe B, constituído por borra e palha de café, carvão vegetal, torta de filtro de usina de cana, rocha calcárea, bagaço de cana e cama de haras. O composto apresentou as seguintes características: pH = 8,3; relação C/N = 19/1; Umidade = 33,4%; M.O = 27%; N = 0,78; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,90; K<sub>2</sub>O = 0,45; Ca = 3,00; Mg = 0,37; S = 0,46; C = 15,00 em g kg<sup>-1</sup>; e Fe = 17300; Cu = 110; Mn = 1456; Na = 920 e Zn = 558 em mg kg<sup>-1</sup>.

Os tratamentos compreenderam às doses deste composto, empregando-se quantidades crescentes de nitrogênio (N), constituídos por: testemunha (sem adubação) (T1), 50% N (T2), 100% N (T3), 150% N (T4) e 200% N (T5) do equivalente a dose de N recomendada para a cultura da tangerineira [19], sendo essas doses calculadas de acordo com o teor de nitrogênio presente no composto. As dosagens foram calculadas segundo a produtividade esperada e o teor de nitrogênio presente nas folhas, uma vez que foi efetuada análise foliar prévia [14]. Tomou-se sempre como referência o tratamento 3 (100% N), que seria a dosagem ideal recomendada para a cultura de tangerineira 'Poncã', segundo Raij et al. [24].

A 1ª adubação não foi considerada para avaliação, pois foi feita com o intuito de equilibrar os tratamentos inicialmente, por isso, aplicou-se termofosfato na testemunha e sulfato de potássio até T3, pois o composto não supria as necessidades iniciais. Como não havia histórico das produtividades anteriores, considerou-se produtividade esperada  $<16 \text{ t ha}^{-1}$  [16] e teor de N  $<23 \text{ g kg}^{-1}$ .

Para o cálculo da 2ª adubação já foi possível fazer o cálculo sabendo da produtividade das plantas:  $31 \text{ a } 40 \text{ t ha}^{-1}$  e o teor de N na folha de  $18 \text{ g kg}^{-1}$ , determinando-se assim a aplicação de  $384 \text{ g planta}^{-1}$ . A partir destes valores foram estabelecidos os demais tratamentos. Como em 2010 a produtividade diminuiu para  $21\text{-}30 \text{ t ha}^{-1}$ , o T3 diminuiu para  $216 \text{ g planta}^{-1}$ . A seguir, os tratamentos encontram-se especificados para as três adubações nitrogenadas realizadas.

<b>1ª adubação nitrogenada (g por planta) parcelada em: 40% janeiro/09; 30% fevereiro/09; 30% março/09 foram definidos os seguintes tratamentos:</b>
T1 = 0 g N (Testemunha) + 564 g termofosfato + 250 g sulfato potássio
T2 = 84 g N + 150 g sulfato potássio
T3 = 168 g N + 50 g sulfato potássio
T4 = 252 g N
T5 = 336 g N
<b>2ª adubação nitrogenada (por planta) parcelada em: 40% setembro/09; 30% novembro/09; 30% janeiro/10</b>
T1 = 0 g N
T2 = 192 g N
T3 = 384 g N
T4 = 576 g N
T5 = 768 g N
<b>3ª adubação nitrogenada (g por planta) parcelada em: 40% setembro/10; 30% novembro/10; 30% janeiro/11</b>
T1 = 0 g N
T2 = 108 g N
T3 = 216 g N
T4 = 324 g N
T5 = 432 g N

As adubações foram realizadas na projeção da copa, parceladamente, nos meses de janeiro (40%), fevereiro (30%) e março (30%), em 2009 e setembro (40%), novembro (30%) e janeiro (30%) nos anos de 2010 e 2011, equivalendo numa média de 3 anos de aplicações a: T1 = 0 g planta<sup>-1</sup> de N (Testemunha); T2 = 128 g planta<sup>-1</sup> de N; T3 = 256,0 g planta<sup>-1</sup> de N; T4 = 384 g planta<sup>-1</sup> de N e T5 = 512 g planta<sup>-1</sup> de N.

Para avaliar os tratamentos foram realizadas análises de folha, na qual as plantas foram divididas em quatro quadrantes: N, S, L, O, e em cada quadrante foi escolhido um ramo, sendo usado sempre o mesmo para as medições. Coletou-se a 3ª e 4ª folha, sendo uma em cada quadrante e na altura mediana da copa [14], antes da 2ª adubação (agosto de 2009), 6 meses após esta adubação (fevereiro de 2010), antes da 3ª adubação (agosto de 2010) e após 6 meses (fevereiro de 2011). Também foi avaliado o desempenho produtivo das seguintes variáveis: número médio de frutos por caixa de 40,8 kg, número médio de caixas de 40,8 kg por planta<sup>-1</sup>, número médio de frutos por caixa, produção em quilogramas por planta e a produtividade em toneladas por hectare, considerando-se um estande de 417 plantas por hectare.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, contendo cinco tratamentos (doses), com quatro repetições, em parcelas subdivididas no tempo, sendo as adubações aplicadas às parcelas e as épocas de avaliações aplicadas às subparcelas. Cada parcela constitui-se de duas plantas. Utilizou-se o programa SAS (Statistical Analysis System), realizando a análise de variância e a regressão em cada época de avaliação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação, realizada em agosto de 2009, observou-se efeito linear das doses empregadas de composto, para fósforo ( $0,188x+1,43$ ;  $r^2=0,886$ ), cobre ( $-1,05x+6,95$ ;  $r^2=0,896$ ) e ferro ( $20,9x+99,5$ ;  $r^2=0,477$ ) (Figuras 1 e 2), evidenciando a tendência crescente de aumento dos teores foliares de fósforo e ferro com o aumento das doses de composto orgânico aplicadas. Já para o cobre, foi observado que praticamente não houve interferência, neste ano de avaliação, das doses crescentes de composto orgânico no teor foliar desse nutriente (Figura 2).

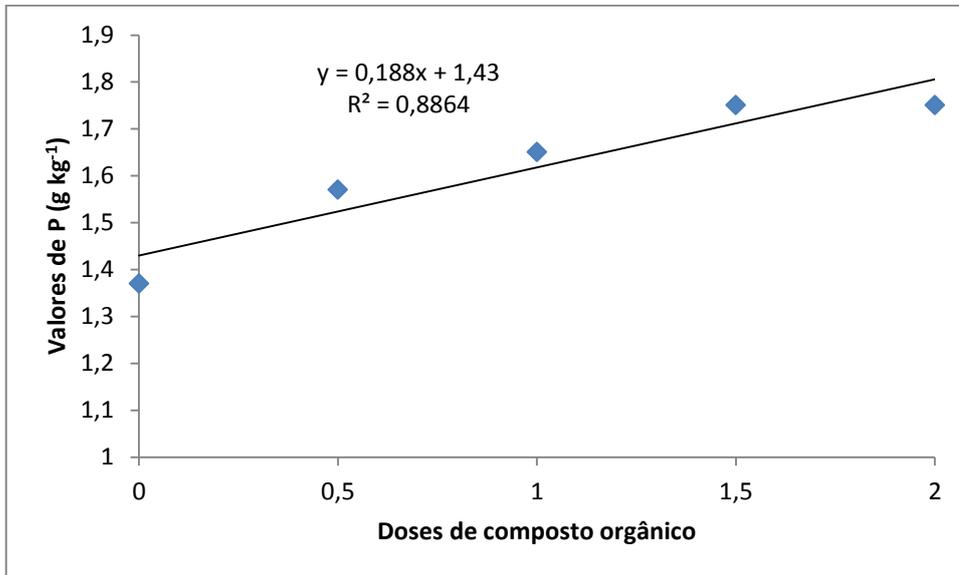


Figura 1: Valores médios de fósforo (P) encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', antes da 2ª adubação com doses de composto orgânico.

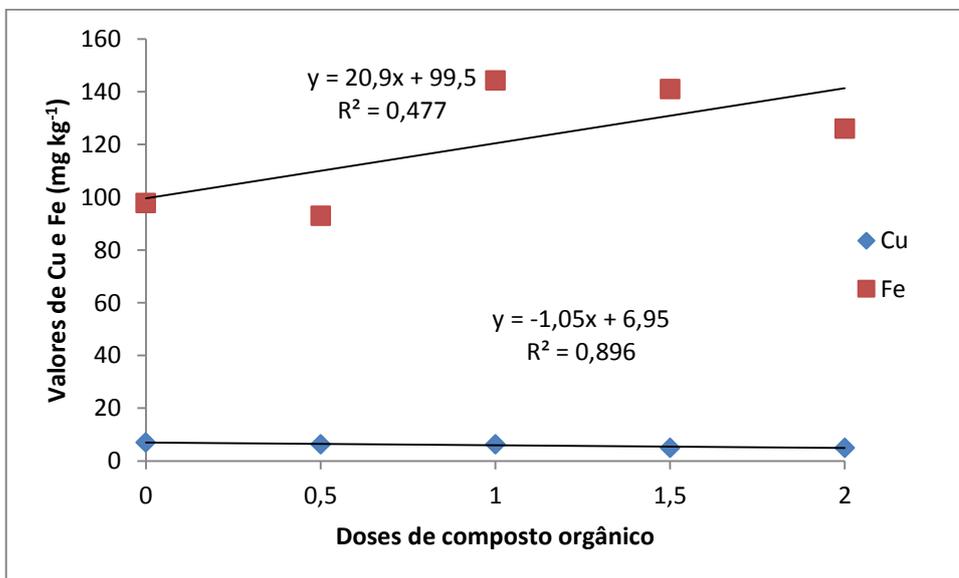


Figura 2: Valores médios de cobre (Cu) e ferro (Fe), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', antes da 2ª adubação com doses de composto orgânico.

Tabela 1: Efeito de doses de composto orgânico no estado nutricional da planta, antes da 2ª adubação.

Tratamentos	N	K	Ca	Mg	S	B	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>		
T1: 0	21,00	11,00	39,0	2,82	1,70	107,00	30,00	12,25
T2: 0,5	21,50	10,00	37,0	2,57	1,62	99,50	22,75	10,75
T3: 1,0	20,75	10,25	37,5	2,82	1,72	105,50	30,25	12,00
T4: 1,5	20,25	10,50	36,5	2,97	1,77	113,75	33,25	11,50
T5: 2,0	19,50	9,75	36,5	2,92	1,82	92,25	24,00	11,25
médias	20,60	10,30	37,3	2,82	1,73	103,6	28,05	11,55

Na segunda avaliação, realizada em fevereiro de 2010, observou-se efeito quadrático, conforme as doses de composto empregadas, para o ferro ( $13,57x^2 - 42,84x + 101,6$ ;  $r^2 = 0,957$ ) e linear para nitrogênio ( $2,3x + 20,55$ ;  $r^2 = 0,382$ ), boro ( $-12,5x + 97,6$ ;  $r^2 = 0,495$ ) e zinco ( $-1,9x + 15,15$ ;  $r^2 = 0,596$ ) (Figuras 3 e 4).

Uma nutrição adequada de boro em plantas cítricas tem sido associada com níveis foliares variando de 36 a 100 mg kg<sup>-1</sup> em ramos frutíferos e não frutíferos [16, 17, 19, 20, 21, 24]. Este intervalo foi observado neste trabalho. A partir da 3ª coleta os tratamentos que receberam menores doses de composto orgânico apresentaram valores maiores, quando comparados a T4 e T5, cabendo a mesma explicação dada acima, referente ao efeito de diluição.

Níveis foliares de cobre variando de 3,6 a 10 mg kg<sup>-1</sup> são geralmente aceitos como adequado em ramos frutíferos [16, 17, 19, 20, 21, 24]. Em ramos não frutíferos esta faixa aumenta de 5 a 16 mg kg<sup>-1</sup>, segundo Mattos Júnior et al. [16]. Na 2ª coleta os níveis encontravam-se em excesso, devido a aplicação de calda bordalesa, abaixando novamente até a 4ª coleta. O que foi interessante observar é que em todas as coletas T1, T2 e T3 apresentaram maiores valores, quando comparados com T4 e T5, novamente devido ao efeito de diluição causado pelo maior crescimento das plantas que receberam maiores doses de composto orgânico.

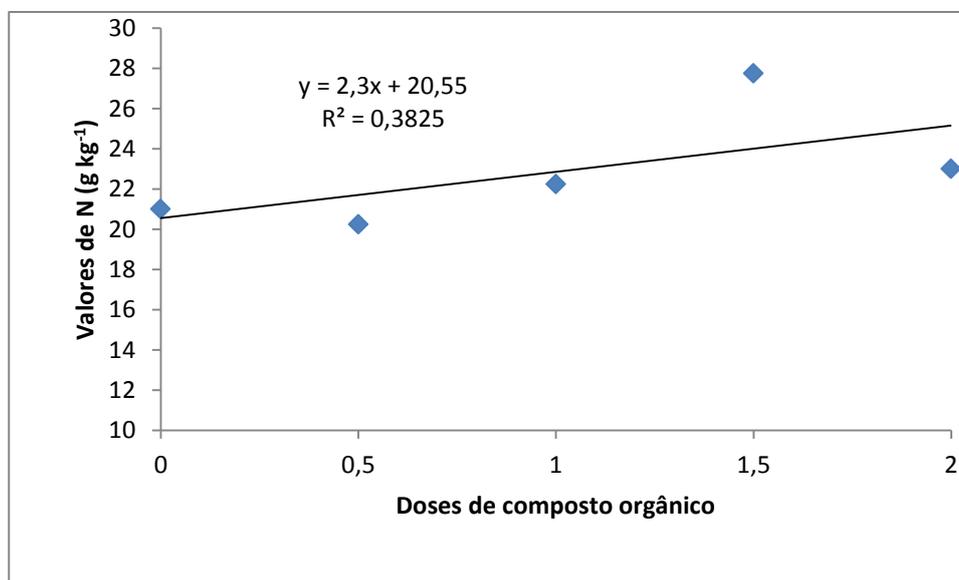


Figura 3: Valores médios de nitrogênio (N), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', após a 2ª adubação com doses de composto orgânico.

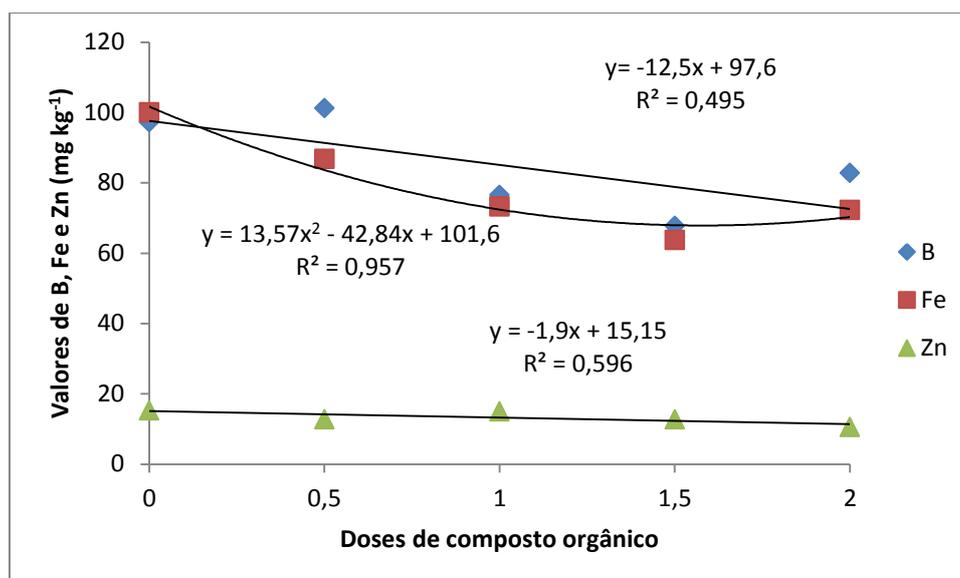


Figura 4: Valores médios de boro (B), ferro (Fe) e zinco (Zn), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', após a 2ª adubação com doses de composto orgânico.

Tabela 2: Efeito de doses de composto orgânico no estado nutricional da planta, após a 2ª adubação. Fevereiro, 2010.

Tratamentos	g kg <sup>-1</sup>					mg kg <sup>-1</sup>	
	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn
T1: 0	1,55	10,25	34,50	3,25	1,95	55,50	14,25
T2: 0,5	1,37	10,50	35,00	3,22	2,00	63,25	13,50
T3: 1	1,47	10,50	32,00	3,22	1,95	61,75	20,00
T4: 1,5	1,60	11,75	22,75	3,12	1,97	43,25	15,50
T5: 2	1,27	11,50	33,00	3,42	1,47	55,00	15,00
médias	1,45	10,90	32,45	3,25	1,87	55,75	15,65

Na avaliação realizada em agosto de 2010, houve resposta quadrática para nitrogênio ( $-3,285x^2 + 7,171x + 23,25$ ;  $r^2 = 0,819$ ), linear para potássio ( $-1,4x + 17,25$ ;  $r^2 = 0,41$ ), boro ( $-10,6x + 89,8$ ;  $r^2 = 0,903$ ) e cobre ( $-7,15x + 19,45$ ;  $r^2 = 0,728$ ) (Figuras 5 e 6). A partir dessa avaliação, já foi possível verificar que as doses compostas por 100% e 150% do teor de nitrogênio recomendado para a cultura da tangerineira [18, 19], corresponderam aos maiores teores foliares do nutriente.

De modo geral houve aumento nos teores de nitrogênio, potássio, magnésio, enxofre e ferro quando se compara os teores iniciais (1ª avaliação) e finais (4ª avaliação). Para os teores de cálcio, boro, manganês e zinco houve uma diminuição nestes valores. Observou-se também que os teores de boro, cobre e cálcio diminuíram com o aumento das doses de composto orgânico utilizado.

Uma nutrição nitrogenada considerada adequada em citros tem sido associada com níveis foliares variando de 23 a 27 g kg<sup>-1</sup> em ramos frutíferos, segundo os padrões estabelecidos [12, 13, 19]. Estes valores foram observados a partir da 3ª coleta no presente trabalho, mostrando que os níveis de nitrogênio aumentaram com a adubação orgânica, pois se verificou que a testemunha apresentou valores menores e os tratamentos com doses intermediárias (T3 e T4) maiores.

Os citros com teores foliares excessivos de N vegetam muito e florescem pouco, ao passo que aqueles com níveis baixos, ou mesmo ligeiramente deficientes, florescem abundantemente, mas com pequena fixação de flores (vingamento) e retenção de frutos (pegamento) [3, 4, 5, 17]. Deficiência severa de N resulta, por outro lado, em floração muito pobre.

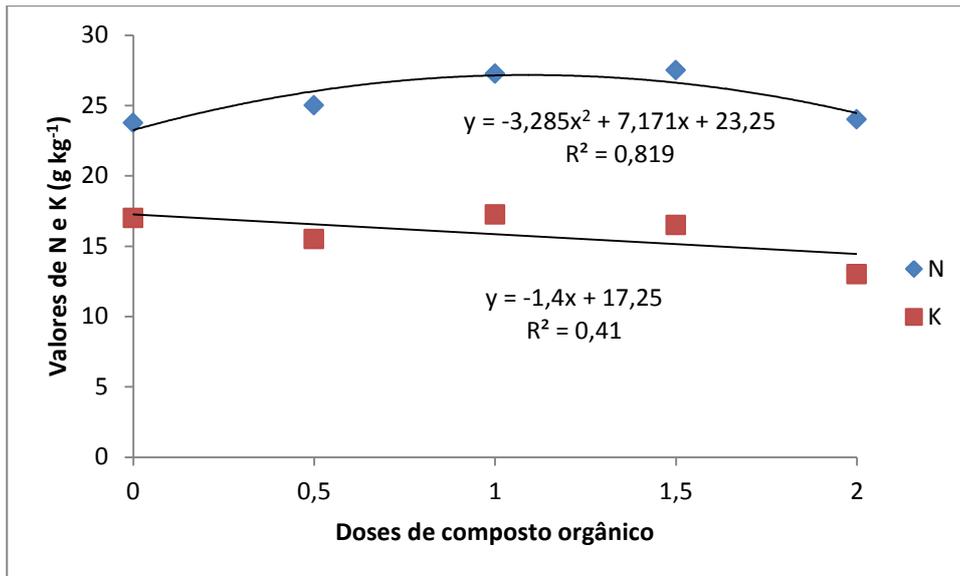


Figura 5: Valores médios de nitrogênio (N) e potássio (K), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', antes da 3ª adubação com doses de composto orgânico.

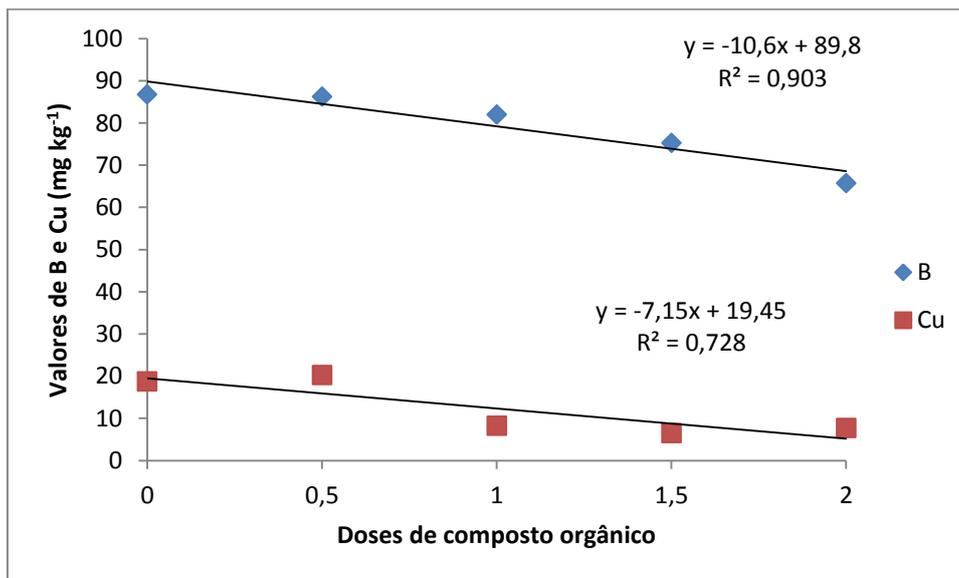


Figura 6: Valores médios de boro (B) e cobre (Cu), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', antes da 3ª adubação com doses de composto orgânico.

Tabela 3: Efeito de doses de composto orgânico no estado nutricional da planta, antes da 3ª adubação. Agosto, 2010.

Tratamentos	P	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn
	g kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>		
T1: 0	2,27	30,75	3,17	2,05	135,00	18,0	10,00
T2: 0,5	1,92	29,75	3,12	2,15	145,25	17,0	9,75
T3: 1	2,07	27,75	3,50	2,30	125,25	21,0	8,00
T4: 1,5	2,00	26,25	3,32	2,32	141,25	20,5	9,25
T5: 2	1,92	28,50	3,52	2,15	135,25	20,0	9,00
médias	2,04	28,60	3,33	2,19	136,40	19,3	9,20

Na terceira avaliação, realizada em fevereiro de 2011, observou-se efeito quadrático para fósforo ( $0,297x^2 - 0,842x + 2,060$ ;  $r^2=0,991$ ), linear para cobre ( $-1,25x + 7,5$ ;  $r^2=0,781$ ) e zinco ( $-2,3x + 12,1$ ;  $r^2=0,781$ ) (Figuras 7 e 8).

Níveis foliares de fósforo em ramos frutíferos de  $1,2$  a  $1,6 \text{ g kg}^{-1}$  são aceitos como adequados a uma boa nutrição deste elemento em plantas cítricas [18, 23]. O mesmo é relatado por Crisp et al. [5] para ramos não frutíferos. Observou-se neste trabalho que quando a amostragem foi feita em agosto os valores eram maiores, quando comparados com as amostragens feitas em fevereiro. Em estágios iniciais de desenvolvimento do fruto (fevereiro), o fósforo migra rapidamente da folha para o fruto, diminuindo o teor deste nas folhas [7]. Foi possível verificar também que a partir da 3ª coleta, o tratamento controle apresentou valores maiores que os demais tratamentos, devido aos outros tratamentos terem apresentado um maior crescimento vegetativo, ocorrendo o processo de diluição dos nutrientes.

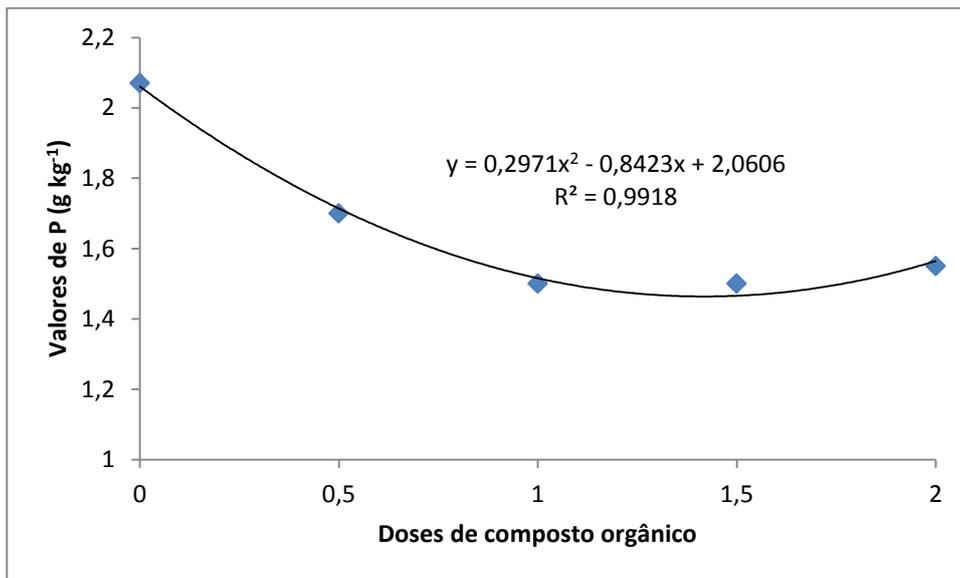


Figura 7: Valores médios de fósforo (P), encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', após a 3ª adubação com doses de composto orgânico.

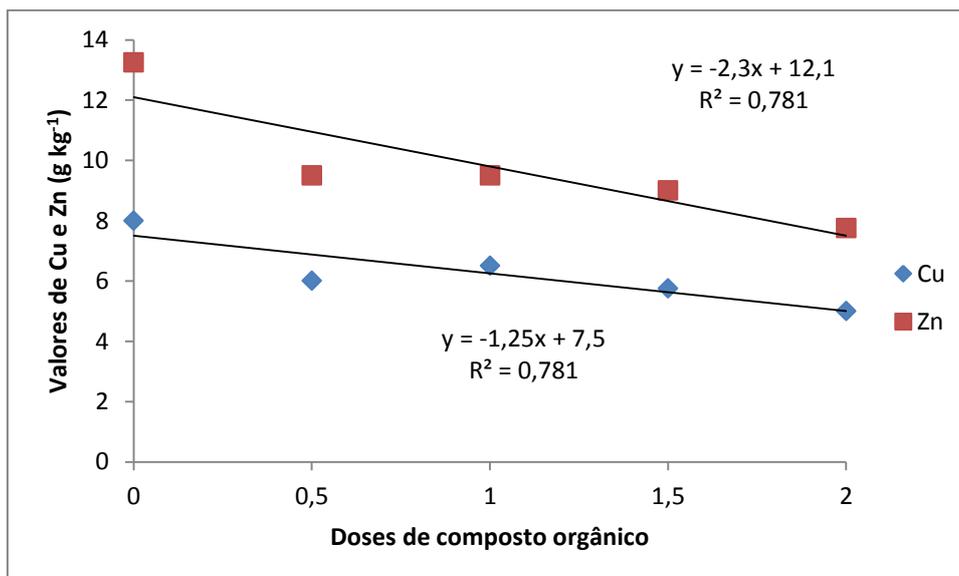


Figura 8: Valores médios de cobre (Cu) e zinco (Zn) encontrados nas folhas de tangerineira 'Poncã', após a 3ª adubação com doses de composto orgânico.

O teor de zinco também se apresentou abaixo da faixa recomendada [14, 24]. Em todas as coletas a testemunha apresentou maiores valores, cabendo as mesmas explicações sobre crescimento e diluição. Observando o resultado da amostra de solo esse dado é confirmado, onde o tratamento que recebeu a maior dose de composto orgânico apresentou maiores teores de zinco. Segundo Costa et al. [5] alta disponibilidade de zinco no solo não correspondeu a teores foliares adequados desse nutriente.

Tabela 4: Efeito de doses de composto orgânico no estado nutricional da planta, após a 3ª adubação.

Tratamentos	N	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn
	g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>				
T1: 0	23,75	18,25	22,75	3,10	1,97	101,50	342,00	15,25
T2: 0,5	25,00	17,50	19,00	2,80	1,92	111,50	121,50	10,50
T3: 1,0	27,25	18,00	20,50	3,12	1,82	102,00	295,75	16,75
T4: 1,5	27,50	19,25	20,25	3,45	1,95	97,25	276,25	18,25
T5: 2,0	24,00	17,75	17,00	3,32	1,85	89,75	218,75	15,00
médias	25,50	18,15	19,90	3,16	1,90	100,40	250,80	15,15

Concentrações foliares de K variando de 10 a 15 g kg<sup>-1</sup> são geralmente padronizadas como adequadas [19]. Na última coleta realizada observou-se valores maiores que 17 g kg<sup>-1</sup>. A partir da 3ª coleta, a testemunha apresentou maiores valores, explicado também pelo processo de diluição. A análise química do solo identificou que a testemunha apresentou menores teores de potássio, comprovando realmente o processo de diluição na folha.

Níveis adequados de cálcio variam de 35 a 45 g kg<sup>-1</sup> para ramos frutíferos [19, 24]. No trabalho houve uma grande diminuição a partir da 3ª coleta, onde os valores mostraram-se inferiores aos recomendados [20]. Segundo Koo et al. [11] os níveis foliares de potássio afetam inversamente os níveis de cálcio, fato que pode explicar o ocorrido neste trabalho. A testemunha apresentou maiores valores em todas as coletas, sendo dadas as mesmas explicações para potássio e fósforo. Os teores de cálcio no solo mostraram que este elemento estava alto, como o cálcio é imóvel na folha, podem ter sido coletadas folhas onde o cálcio ainda não havia sido translocado, por isso, os valores estavam baixos nas folhas e altos no solo.

Em citros é geralmente aceita como uma nutrição adequada de magnésio quando os níveis foliares deste elemento situam-se na faixa de 2,5 a 4 g kg<sup>-1</sup> em ramos frutíferos, segundo os padrões estabelecidos [19, 24]. Os teores de Mg foram maiores que 3 g kg<sup>-1</sup> a partir da 2ª coleta, não sendo observadas muitas diferenças entre os tratamentos. Em relação aos teores deste nutriente no solo, verificou-se que os tratamentos que receberam maiores doses de composto orgânico, mostraram-se com maiores teores de magnésio.

Os valores de enxofre podem variar entre os limites de 2 a 3 g kg<sup>-1</sup>, intervalo próximo ao presente trabalho [19, 24]. Não houve diferença entre os tratamentos em relação as análises foliares e de solo, mostrando que o composto orgânico usado neste experimento não é bom fornecedor de enxofre [25].

Nas condições brasileiras se aceita como adequado o nível foliar de ferro que varia de 25 a 200 mg kg<sup>-1</sup>, segundo Rajj et al. [24] e de 60 a 100 mg kg<sup>-1</sup>, segundo Malavolta et al. [14]. Neste trabalho os valores na 4ª coleta foram todos superiores a 100, sendo que a testemunha apresentou valor maior (342 mg kg<sup>-1</sup>), devido ao efeito de diluição. Houve diferenças entre os tratamentos somente na 3ª coleta, onde T1 e T2 apresentaram valores altos.

Os teores de manganês apresentavam-se abaixo da faixa adequada (<24 mg kg<sup>-1</sup>), segundo Malavolta et al. [14] e Rajj et al. [24]. Segundo Grassi Filho [8], o teor de manganês decresce na época de formação, desenvolvimento e maturação dos frutos, fato observado no presente trabalho, no qual se observou que as coletas realizadas em agosto apresentaram maiores valores, quando comparadas com as coletas realizadas em fevereiro. Nos resultados da análise de solo, os teores deste elemento encontravam-se altos devido o mesmo ser parcialmente móvel na folha, podendo-se ter coletado folhas que não translocaram, por isso, o valor pode ter sido baixo.

## Produção

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para peso dos frutos (47,33 - 90,78 kg planta<sup>-1</sup>, número de caixas por planta (1,16 a 2,22) e número de frutos por caixa (281 a 325) (Tabela 5). No entanto, observou-se efeito quadrático na produtividade ( $0,001x^2 - 0,246x + 29,35$ ;  $r^2=0,737$ ) e número de frutos por planta ( $0,028x^2 - 4,002x + 469,1$ ;  $r^2=0,734$ ), onde o tratamento que recebeu a maior dose média de composto orgânico (166 kg planta<sup>-1</sup>) alcançou a maior produtividade e número de frutos por planta (Figuras 9 e 10). Sendo assim é possível inferir que o incremento nas doses de adubação nitrogenada com composto orgânico possibilitou um aumento no número de frutos por planta [4, 5, 6, 23], nesta safra.

Tabela 5: Produção, número de caixas/planta, número de frutos/caixa e peso médio (g) de frutos de tangerineira 'Poncã', adubada com diferentes doses de composto orgânico.

Composto (kg pl <sup>-1</sup> )	Produção (kg pl <sup>-1</sup> )	Cx pl <sup>-1</sup>	Frutos cx <sup>-1</sup>	Peso médio dos frutos (g)
T1: 0	66,81	1,63	289	155,12
T2: 41,5	59,04	1,45	320	142,08
T3: 83,0	55,50	1,36	281	152,27
T4: 124,5	47,33	1,16	325	140,73
T5: 166,0	90,78	2,22	310	145,52
CV(%)	39,70	9,70	20,17	15,51

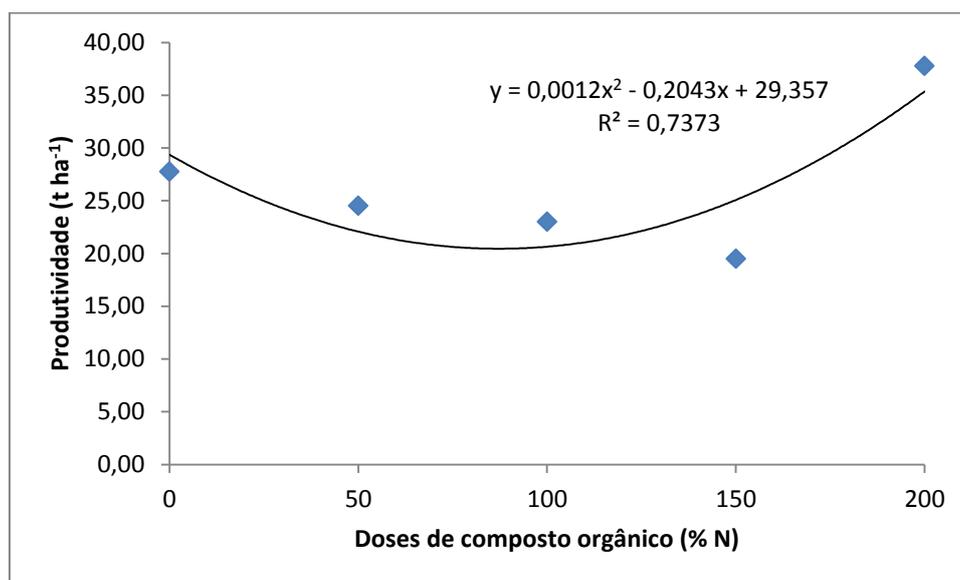


Figura 9: Efeito de doses de composto orgânico na produtividade de tangerineira 'Poncã' adubada com diferentes doses de composto orgânico.

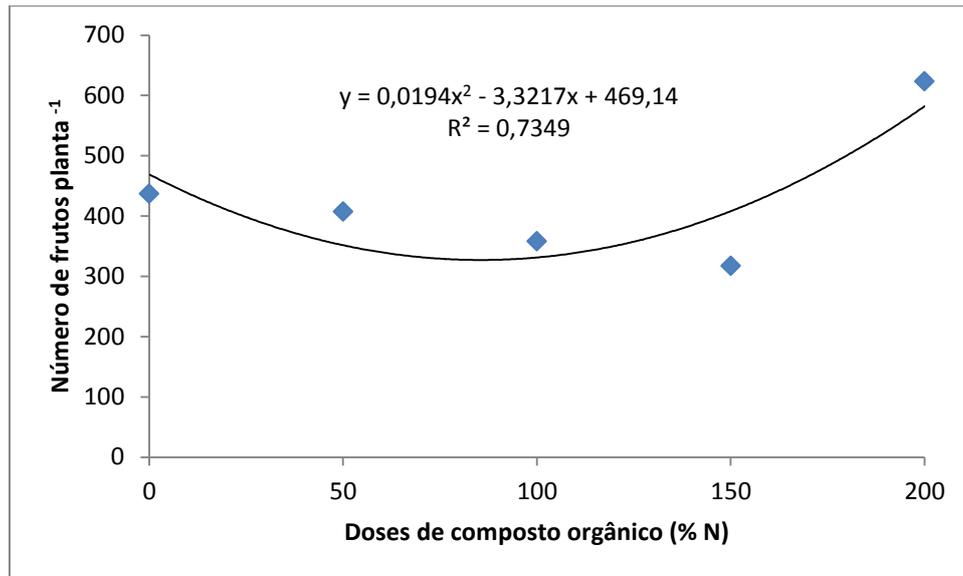


Figura 10: Efeito de doses de composto orgânico no número de frutos de tangerineira 'Poncã' adubada com diferentes doses de composto orgânico.

Boaretto et al. [3] observaram que ocorreu incremento da produção de frutos de laranjeira 'Pêra' (*Citrus sinensis* Osbeck) em função do aumento das doses (150, 300, 450 e 600 g de N por planta) do fertilizante nitrogenado (sulfato de amônio) aplicados no pomar, sendo que o máximo rendimento foi alcançado com a dose de 403 g por planta de N. A resposta à adubação também refletiu no aumento do número de frutos por caixa (de 40,8 kg), em função do suprimento de N, que está associado ao aumento do número de frutos fixados por planta, que, por sua vez, afeta diretamente o tamanho dos frutos. Este fato pode ser observado na tabela 6, apesar de não ter havido diferenças significativas, o tratamento que apresentou maior número de frutos (T4) apresentou frutos mais leves. Outros trabalhos comprovam esta afirmação [3,4,5,10].

Gallo et al. [7] relataram que o aumento do teor de nitrogênio (nitrato de sódio) nas folhas aumentou a produção (peso e número) e diminuiu o tamanho dos frutos (peso médio) de laranjeira 'Baianinha' (*Citrus sinensis* Osbeck). A diminuição do tamanho de frutos poderia ser atribuída, além do aumento do número de frutos por árvore, determinado pela adubação nitrogenada, ao efeito depressivo desse tratamento sobre o teor de potássio, pois segundo o autor, o tamanho dos frutos cresce com o aumento do teor de potássio das folhas. Fato que não foi observado no presente trabalho, onde se observou que o aumento de nitrogênio e potássio não resultou em aumento da produção em 2011, ao contrário, houve uma redução na produtividade neste ano.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para a produção de 2011 (Tabela 6). Também foi verificada uma diminuição nos aspectos produtivos de 2010 para 2011, devido a possíveis problemas climáticos na época do florescimento e fixação dos frutos. Como não houve diferença entre os tratamentos, não foi possível afirmar que a causa fosse nutricional, e nem fitossanitária, pois não foi observada a ocorrência de pragas e doenças na área do experimento. Outra possível causa, pode ser devida a alternância de produção, característica comum aos citros, especialmente em tangerineiras.

Tabela 6: Produção, número de frutos/planta, produtividade, número de caixas/pl, número de frutos/caixa e peso médio dos frutos de tangerineira 'Poncã', adubada com diferentes doses de composto orgânico.

Composto (kg pl <sup>-1</sup> )	Produção (kg pl <sup>-1</sup> )	Nºfrutos pl <sup>-1</sup>	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )	Cx pl <sup>-1</sup>	Frutos cx <sup>-1</sup>	Peso médio dos frutos (g)
T1: 0	18,44	274	7,68	0,4	463	66,67
T2: 27,5	9,81	168	4,09	0,2	416	56,88
T3: 55,0	17,71	253	7,38	0,4	455	64,22
T4: 82,5	17,29	316	7,21	0,4	463	54,06
T5: 110	17,38	221	7,24	0,4	446	79,11
CV(%)	52,46	37,48	52,46	52,06	17,67	17,14

A produção alternada de frutos entre as safras é uma característica comum aos citros e ocorre especialmente em tangerineiras, podendo comprometer a produtividade dos pomares. A alternância de produção pode estar associada, por exemplo, à exaustão de reservas de carboidratos como consequência de vários fatores como, por exemplo, excessivo florescimento, sobrecarga de frutos, redução da área foliar fotossinteticamente ativa e excessivo crescimento vegetativo [5,7]. A disponibilidade de amido nos tecidos de reserva na estação anterior ao florescimento é um dos fatores que determina o número de flores emitidas e o pegamento dos frutos [6]. Sabe-se, também, que o florescimento pode atuar como um forte dreno, reduzindo as reservas disponíveis para as fases subsequentes [6].

Costa et al. [5] também reportaram alternância de safras de laranjeiras (*Citrus sinensis*) na região do Algarve, em Portugal, em trabalho com aplicação de esterco. Na Itália, Canali et al. [4] empregando esterco de aves em pomar de laranjeira 'Valência' obtiveram diferenças de produção alternadas durante seis anos de cultivo.

#### 4. CONCLUSÕES

- A aplicação de três anos consecutivos de composto orgânico no solo mantém teores foliares de nitrogênio adequados, dentro dos padrões estabelecidos para a cultura da tangerineira 'Poncã'.

- O aumento das doses de composto orgânico aplicadas no primeiro ano de avaliação induz uma resposta linear positiva na produtividade.

1. AGRIANUAL, Anuário estatístico da agricultura brasileira, 2012, p. 275-284.
2. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
3. Boaretto RM, Mattos Júnior D de, Trivellin PCO, Muraoka T, Boaretto AE. Acúmulo de nutrientes e destino do nitrogênio (15n) aplicado em pomar jovem de laranjeira. Revista Brasileira Fruticultura, v.29, n.3, p.600-605, 2007.
4. Cavali S, Trinchen A, Intrigliolo F, Pompili, L, Nisini L, Mocali S, Tonini B. Effect of long term addition of composts and poultry manure on soil quality of citrus orchards in Southern Italy. Biol Fertil Soils, v.40, p.206-210, 2004.
5. Costa M, Beltrão J, Brito JC, Guerrero C, Dionísio L. Effects of manure and sludge application on a citrus orchards. Wseas Transactions on Environment and Development, v.4, n.7, p.567-576, 2008.
6. Crisp P, Baker G, Wheller S. Agronomic and sustainability outcomes from compost application in South Australian citrus orchards. Acta Horticulturae, n.1018, p.457-464, 2014.
7. Gallo, JR, Van Raij B, Quaggio JF, Teófilo Sobrinho JT. Composição inorgânica das folhas de laranjeira baianinha, com referência à época de amostragem e adubação química. Bragantia, v.19, n.16, p. 229-245, 1960.
8. Grassi Filho H. Efeito de três porta-enxertos na composição mineral, época de amostragem e posição da folha em plantas de limoeiro Feminello (*Citrus Limon*, Burman). 1997. 95 f. Tese (Livro Docência/Solos e Nutrição de Plantas)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1997.

9. Kabata-Pendias A, Pendias H. Trace elements in soil and plants. Boca Raton: CRC Press Inc., 1985. 315p.
10. Koller OC. Nutrição e adubação. In: \_\_\_\_\_. Citricultura: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Rígel, 1994. p. 218-271.
11. Koo RCJ, Young TW, Reese RL, Keesterson JW. Effects of nitrogen, potassium, and irrigation on yield and quality of lemon. *Journal American Society Horticultural Science*, v.99, p.289-291, 1974.
12. Magalhães AF de J. Nutrição mineral e adubação dos citros irrigados. Cruz das Almas: EMBRAPA, 2006. p. 1-12. (Circular Técnica, 79).
13. Malavolta E, Violante Netto A. Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros. In: Simpósio de Citricultura, 1., 1988, Jaboticabal. Anais...Jaboticabal: FUNEP, p.233-84, 1988
14. Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA de. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. In: \_\_\_\_\_. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. p. 213-214.
15. Malavolta E, Prates HS, Csale HS, Leão HC. Seja doutor dos seus citros. Piracicaba: POTAFOS, 1994. p. 1-9. (Informações Agronômicas, 65).
16. Mattos Junior D de, Bataglia OC, Quaggio JA. Nutrição dos citros. In: Mattos Junior, D. de et al. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. p. 199-215.
17. Mattos Junior D de, Quaggio JA, Cantarella H. Calagem e adubação dos citros. *Informe Agropecuário*, v.22, n.209, p.36-46, 2001.
18. Mattos Júnior D de, Quaggio JA, Cantarella H, Alva AK. Nutrient content of biomass components of Hamlin sweet orange trees. *Scientia Agrícola*, v.60, p.155-160, 2003.
19. Mattos Junior D de, Quaggio JA, Cantarella H, Boaretto RM. Citros: Manejo da fertilidade do solo para alta produtividade. *Informações Econômicas*, n.128, p.5-12, 2009.
20. Quaggio JA, Mattos Junior D de, Cantarella H. Manejo da fertilidade do solo na citricultura. In: Mattos Junior D de et al. (Ed.). Citros. Campinas: Instituto Agronômico; Fundag, 2005. p. 485-507.
21. Quaggio JA, Raij BV, Piza Júnior CT. Faixas de teores adequados de macro e micronutrientes em folhas de plantas frutíferas. In: Raij BV, Cantarella H, Quaggio JÁ, Furlani AMC. (ed.). Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. p.124-125.
22. Quaggio JA, Mattos Júnior DM de, Cantarella H, Almeida ELE, Cardoso SAB. Lemon yield and fruit quality affected by NPK fertilization. *Scientia Horticulturae*, v.96, p.151-162, 2002.
23. Quaggio JA, Mattos Júnior D de, Cantarella H. Fruit yield and quality of sweet oranges affected by nitrogen, phosphorus and potassium in tropical soils. *Fruits*, v.61, n.5, p.1-10, 2006.
24. Raij B van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AM. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto Agronômico*, Campinas, n. 100, 1997. 285 p.
25. Santos CH, Grassi Filho H, Santos JC, Penteadó BB. Fertilidade do solo e nutrição de tangerineiras 'Ponkan' manejados com resíduos sólidos e adubação química. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, n.1, p.75-83, 2011.