

BIOFERTILIZAÇÃO E ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL: CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NA FOLHA E PRODUTIVIDADE DE FRUTOS DE PINHEIRA

SARITA LEONEL¹; JAIRTON FRAGA ARAÚJO² E MARCO ANTONIO TECCHIO³

Eng. Agrônomo, Doutor, Departamento de Horticultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP, CEP 18.610-307, e-mail: sarinel@fca.unesp.br

², Eng. Agrônomo, Doutor, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro- BA, e-mail: jf-araujo@uol.com.br

³ Eng. Agrônomo, Doutor, Departamento de Horticultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu-SP. e-mail: tecchio@fca.unesp.br

1 RESUMO

A adubação com o emprego de compostos orgânicos é uma prática complementar à fertilização química e absolutamente necessária no sistema de produção integrada de frutas, o qual já é uma realidade em praticamente todos os países da Europa. O Brasil tem tentado se adaptar a esse sistema de produção, no entanto, faltam resultados de pesquisa que possam subsidiar a recomendação dessas técnicas aos fruticultores. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o emprego de adubos minerais naturais e orgânicos, em associação com biofertilizantes líquidos (BLE = Biofertilizante Líquido Enriquecido e BF = Biofertilizante Foliar) sobre a diagnose foliar e a produtividade de frutos de pinheira. O experimento foi realizado em um pomar de pinheira com nove anos de idade e sem variedade definida. O espaçamento utilizado foi de 4m x 2m, com densidade de plantio de 1.250 plantas ha⁻¹. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos: T1= plantas sem adubação; T2= 60g de N; T3= 90 g de N; T4= 30g de N + 15L de BLE + BF a 5%; T5= 60g de N + 30L de BLE + BF a 5%; T6= 90g de N + 45L de BLE + BF a 5%; T7= 120g de N+ 60L de BLE + BF a 5%; T8= 150g de N + 75g de BLE + BF a 5%. As parcelas foram constituídas por 3 plantas, totalizando 32 parcelas e 96 plantas. As variáveis avaliadas foram: produtividade física por área e composição mineral das folhas em macro e micronutrientes. Os tratamentos 3, 4 e 6 proporcionaram produtividades de 23,6 t ha⁻¹; 21,9 t ha⁻¹ e 23,0 t ha⁻¹, respectivamente. Os teores médios de macronutrientes apresentaram-se na faixa adequada para a cultura e dos micronutrientes boro, ferro, manganês e zinco, abaixo da mesma.

Palavras-chave: *Annona squamosa* L., adubação orgânica, biofertilizantes, estádios fenológicos

LEONEL, S.; ARAÚJO, J.F.; TECCHIO, M.A.
BIO AND ORGANOMINERAL FERTILIZATION: NUTRIENT
CONCENTRATIONS IN THE LEAF AND YIELD OF SUGAR APPLE FRUITS

2 ABSTRACT

Fertilization using organic compounds is a complementary practice to chemical fertilization and strictly necessary to the integrated production of fruits, which is already a reality in almost

all European countries. Brazil has tried to adapt its crops to that system, however, there is lack of results in the literature to support recommendations of these techniques to fruit growers. Based on these considerations, the aim of this study was to evaluate the use of natural and organic mineral fertilizers in combination with liquid biofertilizers (ELB= Enriched Liquid Biofertilizer and LB = Leaf Biofertilizer) on the diagnosis of the nutritional status and fruit production of sugar apple. The experiment was carried out in a 9-year old fruit farm of sugar apple with a non-defined cultivar. Spacing was 4 m x 2 m and 1,250 plants ha⁻¹ planting density. A randomized block experimental design was used with four replicates and eight treatments: T1= plants with no fertilization; T2= 60g N; T3= 90 g N; T4= 30g N + 15L ELB + 5% LB; T5= 60g N + 30L ELB + 5% LB; T6= 90g N + 45L ELB + 5% LB; T7= 120g N+ 60L ELB + 5% LB; T8= 150g N + 75g ELB + 5% LB. Plots consisted of 3 plants, amounting to 32 plots and 96 plants. The following variables were analyzed: physical yield per area and mineral composition of leaves in macro and micro nutrients. Treatments 3, 4 and 6 led to yields of 23.6 t ha⁻¹; 21.9 t ha⁻¹ and 23.0 t ha⁻¹, respectively. Mean macronutrient levels were appropriate for the crop, whereas boron, iron, manganese and zinc micronutrient levels were inappropriate.

Keywords: sugar apple fruit, organic manure, biofertilizers, yield.

3 INTRODUÇÃO

O cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.) também conhecida por ata ou fruta do conde, tem despertado o interesse dos fruticultores, tendo em vista os preços obtidos pela fruta no mercado consumidor, aliada a possibilidade de produção de duas safras por ano, através do emprego da irrigação. A produção de pinha é basicamente destinada ao mercado de consumo ao natural como fruta de sobremesa e secundariamente, pode ser aproveitada para o processamento na forma de sucos, doces e geleias (DIAS et al., 2004). A qualidade dos frutos, no tocante ao tamanho, simetria, sanidade e visual é aspecto importante para a aquisição pelos consumidores, sendo que, esse último quesito tem revelado-se muito importante, notadamente com relação ao escurecimento dos frutos depois de colhidos (MARTINEZ et al., 1993).

O cultivo da pinheira é feito essencialmente por produtores que têm utilizado, no processo de produção, adubos químicos. Contudo, o cultivo da pinha, tanto sob condição irrigada como de sequeiro, apresenta-se como espécie adequada aos sistemas de produção de base ecológica, podendo-se constituir em boa alternativa para o comércio de frutas orgânicas (CAVALCANTE et al., 2012). Nesse sentido, o adequado fornecimento de nutrientes requeridos pela pinheira é fator indispensável para a obtenção de boas colheitas.

As tendências do mercado mundial, associadas às características das áreas de cultivo, do perfil dos produtores, da disponibilidade de tecnologias e da facilidade de manejo, tornam a cultura da pinha uma alternativa real, para a produção orgânica nas áreas em início de cultivo ou nas áreas já estabelecidas, procedendo-se a conversão do sistema convencional para o orgânico. Desse modo, é indispensável o desenvolvimento de tecnologias agrícolas sustentáveis, como a substituição dos fertilizantes químicos de origem sintética pela utilização dos biofertilizantes líquidos, associados com adubos sólidos minerais naturais ou orgânicos, que são considerados compostos biológicos, contendo nutrientes essenciais, que podem ser disponibilizados para as plantas aplicados no solo, na irrigação ou por via foliar, possibilitando a obtenção de boas produções, com qualidade comercial.

As propriedades dos biofertilizantes líquidos devem ser melhor compreendidas pelos seus efeitos sobre as plantas e o solo (MEDEIROS; WANDERLEY; WANDERLEY, 2003; MEDEIROS; LOPES, 2006). Nessa linha de pesquisa, são praticamente inexistentes os relatos de trabalhos com anonáceas em geral e na cultura da pinha, em particular. No entanto, encontram-se na literatura trabalhos com adubação orgânica na cultura da pinha. Junqueira et al. (2005), evidenciaram os benefícios da adubação orgânica com cama de aviário na produção de pinha nas condições edafoclimáticas da Baixada Fluminense. Cavalcante et al. (2012) avaliaram o efeito de esterco bovino e de cama de frango nos teores foliares de macro e micronutrientes da pinheira. De acordo com os autores, independentemente da fonte de matéria orgânica aplicada, houve aumento nos teores foliares de macro e micronutrientes no tecido foliar.

Visando uma melhor compreensão e validação dos resultados obtidos, bem como a viabilidade da recomendação da biofertilização líquida e adubação orgânica aos produtores da frutífera, a utilização de diagnóstico foliar, como método de avaliação do adequado suprimento de nutrientes e seus respectivos níveis nas folhas, relacionado com as características produtivas da cultura, assumem papel de fundamental importância.

Nesse contexto, objetivou-se com o presente experimento, avaliar os efeitos do emprego de adubos minerais naturais e orgânicos, em associação com biofertilizantes líquidos sobre a diagnose foliar e a produção de frutos de pinheira *Annona squamosa* L.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no lote nº 1295, situado a 09° 18' 19"S. e 40° 28' 12" O. com altitude média de 365 metros no perímetro irrigado Senador Nilo Coelho (Núcleo-08), município de Petrolina (PE). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo BS (tropical semiárido), seco no inverno e com chuvas irregulares no verão. A precipitação pluvial média anual é de 350-400 mm, com o período chuvoso concentrado entre os meses de novembro a abril e representando 90% do total anual, destacando-se os meses de março e agosto como o mais e o menos chuvoso, respectivamente. O solo da área experimental é classificado segundo Embrapa (2006), como Argissolo Vermelho-Amarelo, Distrófico Arênico, com textura areno argilosa e de baixa fertilidade natural.

O ensaio foi realizado em um pomar de pinheira com nove anos de idade, com plantas do tipo pé-franco e sem variedade definida. O espaçamento utilizado foi de 4m x 2m, densidade de 1.250 plantas ha⁻¹ e irrigada pelo sistema de microaspersão. Os resultados das análises química e física do solo da área experimental foram realizadas no laboratório da Embrapa Semi-árido (Petrolina-PE) e apresentaram os seguintes resultados: MO=20,38 g kg⁻¹; pH=7,87; CE=0,53 dS m⁻¹; P= 3,85 mg dm⁻³; K= 0,19 cmol_c dm⁻³; Ca= 4,15 cmol_c dm⁻³; Mg= 1,22 cmol_c dm⁻³; Na= 0,04 cmol_c dm⁻³; CTC= 5,60 cmol_c dm⁻³; V%=100; Cu=1,91 mg dm⁻³; Fe= 4,67 mg dm⁻³; Mn=26,87 mg dm⁻³; Zn=21,39 mg dm⁻³; Densidade aparente= 1,38 g cm⁻³.

De acordo com os resultados da análise química de solo da área e com bases nas recomendações da Comissão Estadual de Fertilidade do Solo (1998), do estado de Pernambuco, foram estabelecidas as doses para N (225 kg ha⁻¹); P₂O₅ (40 Kg ha⁻¹) e K₂O (60 Kg ha⁻¹) distribuídos na adubação de fundação e de cobertura. As doses de nutrientes estabelecidas são para uso anual em plantas com idade acima de quatro anos. No entanto, com a cultura instalada e sob condição de irrigação e ausência de recomendação de adubação específica, a dose de nitrogênio foi dividida em duas parcelas de 50%, sendo 112,5 kg ha⁻¹ por aplicação, em função da possibilidade de obtenção de duas safras por ano. Dessa maneira, foram aplicados 100% das

doses estabelecidas para nitrogênio advindo da torta de mamona, 100% de fósforo e 60% de potássio, antes da suspensão da irrigação. Aos 30 dias após a primeira aplicação, utilizaram-se os 40% restantes de potássio.

Na adubação de produção, avaliaram-se os efeitos de fontes e doses de nitrogênio. Como fontes de N utilizaram-se a torta de mamona, o Biofertilizante Foliar (BF) “Supermagro” adaptado e o Biofertilizante Líquido Enriquecido (BLE).

A disponibilidade de nutrientes da torta de mamona foi quantificada em: N=5,08%; P₂O₅=1,75%; K₂O=0,97%; Ca=0,67%; Mg=0,46%; S=0,40; Cu=50 mg kg⁻¹; Fe=1118 mg kg⁻¹; Mn= 66 mg kg⁻¹; Zn 360 mg kg⁻¹.

O biofertilizante “Supermagro” adaptado foi preparado no Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, no volume de 100 litros e decorreram 60 dias para sua conclusão, sendo 30 dias para a mistura de nutrientes e 30 dias para a fermentação em sistema anaeróbico. Utilizou-se para preparação a metodologia descrita por Zamberlam e Froncheti (2001) com os seguintes ingredientes: 15 kg de esterco caprino fresco; 12 litros de leite cru; 12 kg de açúcar mascavo; 60 litros de água não clorada; 0,5 kg de cinzas; 1,0 kg de sulfato de zinco; 2,0 kg de calcário dolomítico; 0,15 kg de enxofre ventilado; 0,5 kg de sulfato de magnésio; 0,25 kg de fosfato de cálcio bibásico; 0,10 kg de molibdato de amônio; 0,05 kg de sulfato de cobalto; 0,15 kg de sulfato de manganês; 0,15 kg de sulfato de cobre; 0,5 kg de bórax; 1,0 kg de termofosfato; 0,08 kg de Cofermol (cobalto, ferro e molibdênio), e 1,2 kg de fosfato natural de Irecê-BA.

Para a elaboração do biofertilizante líquido enriquecido, adotou-se a metodologia proposta por Souza e Resende (2003). Promoveu-se a substituição do esterco bovino fresco por esterco caprino fresco, adicionando-se, ainda, a torta de mamona e a farinha de rocha MB-4, para enriquecimento do biofertilizante com o nutriente magnésio, haja vista a riqueza desse elemento na farinha de rocha citada, aliado ao fato deste elemento apresentar-se em baixa disponibilidade no solo. Prepararam-se cerca de 3.000 litros do BLE, com a seguinte composição por 1.000 litros do produto: 100 kg de esterco caprino fresco; 50 kg de torta de mamona; 20 kg de cinzas; 25 kg de farinha de rocha e 700 litros de água não clorada.

Os tratamentos consistiram nas doses de 0, 30, 60, 90 e 120 g N planta⁻¹, fornecidos pela torta de mamona, com ou sem a aplicação de biofertilizante líquido enriquecido (BLE) e de biofertilizante foliar (BF). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e oito tratamentos, sendo: T1= plantas sem adubação; T2= 60g de N; T3= 90 g de N; T4= 30g de N + 15L de BLE + BF a 5%; T5= 60g de N + 30L de BLE + BF a 5%; T6= 90g de N + 45L de BLE + BF a 5%; T7= 120g de N+ 60L de BLE + BF a 5%; T8= 150g de N + 75g de BLE + BF a 5%. As parcelas foram constituídas por três plantas, totalizando 32 parcelas e 96 plantas úteis, completamente rodeadas por plantas bordadura.

Em todas as parcelas experimentais a adubação fosfatada e potássica consistiu na aplicação, por planta de, respectivamente 32g de P₂O₅ + 48 g de K₂O. Utilizou-se como fonte de fósforo o termofosfato magnésiano (Yoorin Master[®]) cujo teor de P₂O₅ é de 18%, sendo 16% em solução de ácido cítrico a 2% e como fonte de potássio o Sul-Po-Mg, cuja composição apresenta 22% de K₂O; 11% de Mg e 22% de enxofre.

O BLE e os adubos organominerais naturais foram colocados em faixa de projeção da copa das plantas e o biofertilizante foliar, aplicado via pulverização foliar.

A adubação de cobertura com nitrogênio, fornecido pelo BLE foi efetuada em 10 aplicações, com periodicidade semanal. O BF foi empregado em quatro pulverizações foliares a 5% para o fornecimento de micronutrientes e como fitoprotetor, nas seguintes fases fenológicas: brotações e emissão de botões florais; plantas com apenas botões florais; floração e frutificação. Foi utilizado pulverizador costal, num volume de calda de 6 litros por planta.

Alguns tratos culturais foram realizados, tais como: suspensão da irrigação, com redução da lâmina em 90%, durante 11 dias, seguida da poda de encurtamento dos ramos a 15-20 cm e desfolha das plantas. A polinização artificial também foi realizada, com a utilização de um pincel nº8, nos horários das 05:00 às 8:00 horas por um período de 14 dias.

Avaliaram-se as variáveis: produtividade por área física e teores foliares de macro e micronutrientes, em amostras realizadas nas fases de floração plena (época 1), na frutificação, aos 40 dias após a polinização (época 2), na frutificação aos 70 dias após a polinização (época 3) e na colheita (época 4), com frutos no estágio de maturidade fisiológica. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior produtividade média foi obtida nos tratamentos 3 (90 g de N), 4 (30g de N + 15L de BLE + BF a 5%) e 6 (90 g de N + 45L de BLE + BF a 5%), os quais apresentaram médias superiores em relação ao tratamento controle, sem adubação (Tabela 1). Verificou-se que os tratamentos 3 e 4, nos quais utilizaram-se, respectivamente, 90 e 30g de N planta⁻¹, não diferiram significativamente, em função da adição no tratamento 4 de 15L de BLE + 5% de BF, o que pode ter suprido a necessidade nutricional de nitrogênio. Comparados com a testemunha, os tratamentos 3, 6 e 4, proporcionaram incremento na produtividade de, respectivamente, 25, 21 e 15%, com valores absolutos varando de 1985 kg ha⁻¹ a 4660 kg ha⁻¹. Observou-se que as médias de produtividade foram elevadas para todos os tratamentos e são relativamente superiores àquelas mencionadas na literatura, havendo relatos de produtividades, variando de 3,0 t ha⁻¹ até 25 t ha⁻¹ safra ano⁻¹ (SILVA; SÃO JOSÉ; VIANA, 2001; JUNQUEIRA et al., 2005), enquanto as verificadas neste estudo, variaram de 19 t ha⁻¹ a 23,66 t ha⁻¹ por safra, com manejo que possibilita a obtenção de duas safras por ano e com os frutos, apresentando-se 100% bem conformados ou simétricos (KILL; COSTA, 2003).

Junqueira et al. (2005) reportaram resultados promissores em produtividade, em função da adubação orgânica da pinheira, na baixada fluminense/RJ. De acordo com os autores, os melhores resultados foram obtidos com a dose de 13,5 kg de cama de aviário planta⁻¹ ano⁻¹, com produtividade de 7,7 ton ha⁻¹ e frutos com 233 g.

Em trabalho realizado com a frutífera no município de Paraíba (PE), Cavalcante et al. (2012), enfatizaram a necessidade de pesquisas com a adubação orgânica da cultura e concluíram que a dose de máxima eficiência verificada para o acúmulo de nutrientes no tecido foliar de pinheira está entre 6,0 e 8,65% de matéria orgânica.

Tabela 1. Produtividade física por área e acréscimo para os tratamentos em relação à testemunha. Petrolina-PE¹.

Produtividade média kg ha ⁻¹			Acréscimo em relação à testemunha	
			kg ha ⁻¹	%
Produtividade				
3	23.660	A	4.660	24,52
6	23.045	A	4.045	21,29
4	21.940	A	2.940	15,47
7	21.660	AB	2.660	14,00
2	21.365	AB	2.365	12,44
8	21.095	AB	2.095	11,03
5	20.985	AB	1.985	10,44
1(testemunha)	19.000	B	----	----

¹Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

A análise de variância dos teores médios de macronutrientes, encontrados nas folhas de pinheira, revelou que houve efeito significativo apenas para a época de coleta de folhas nos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os resultados dos teores de macronutrientes das folhas da pinheira. Petrolina-PE.

Fontes de variação	G.L	Probabilidade > F ¹					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Tratamentos(A)	7	0,8552	0,8952	0,9380	0,9482	0,6855	0,2088
Blocos	3	0,0461	0,0024	0,0586	0,1786	0,1071	0,3949
Épocas (B)	3	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
A x B	21	0,3543	0,9318	0,5565	0,9657	0,8423	0,6027
C.V (%)		6,88	21,15	20,62	23,34	13,34	16,80

¹nível descritivo pelo teste F.

Os teores médios de nitrogênio, cálcio e magnésio foram superiores quando se comparou a época 1(fase de floração plena), em relação às demais épocas amostradas. A variação obtida nos teores foliares de nitrogênio foi de 29 a 38 g kg⁻¹ (Tabela 3). Silva et al. (1984) e Cavalcante et al. (2012) também verificaram diminuição nos teores de N conforme as épocas de avaliação, sendo que os menores teores foram observados na época de frutificação, uma vez que nesse estágio fenológico as folhas deslocam nutrientes para a produção dos frutos.

De acordo com Sadhu e Ghosh (1976) para serem considerados adequados, os teores de N na matéria seca foliar de pinheira devem estar entre 28,5 e 33,6 g kg⁻¹. Silva et al. (1984), analisando folhas de ramos com e sem frutos de pinheira, obtiveram teores médios de N de, respectivamente, 33 g kg⁻¹ e 36 g kg⁻¹, valores médios que estão na faixa dos obtidos neste estudo, mas acima dos obtidos por Nascimento et al. (2002), que encontraram teores de N variando de 17g kg⁻¹ a 25g kg⁻¹, nos diferentes pomares avaliados no Estado de São Paulo, em condições edafoclimáticas distintas.

Tais aspectos ensejam concluir que os teores médios estão dentro da condição de normalidade estabelecida para a pinheira e mencionada pelos autores supracitados, embora os dados obtidos revelem tendência de diminuição da primeira em relação à última amostragem, fato que poderia ser justificado pela translocação do nitrogênio das folhas mais velhas, para órgãos mais jovens da planta, como frutos e folhas em crescimento.

Tabela 3. Médias dos teores foliares de macronutrientes em função das épocas de amostragem. Petrolina-PE¹.

Épocas de amostragem	Nutrientes (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
1 (floração plena)	38,03a	2,23a	10,62a	20,83a	3,67a	1,54c
2 (frutificação aos 40 dias)	33,93b	2,11ab	10,78a	14,30c	2,93c	1,96b
3(frutificação aos 70 dias)	29,39d	1,98b	11,06a	18,23b	3,02c	1,58c
4 (colheita de frutos)	31,99c	1,11c	6,40b	19,44ab	3,44b	2,29a

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

Em relação ao fósforo, os teores médios apresentados variaram de 1,1 g kg⁻¹ a 2,2 g kg⁻¹. Nascimento et al. (2002) verificaram teores médios de fósforo variando entre 0,89 g kg⁻¹ e 1,29 g kg⁻¹ para os diferentes pomares estudados.

O maior teor foliar de fósforo foi obtido na época da floração plena, diferindo significativamente das amostragens realizadas aos 70 dias após a polinização e na colheita (Tabela 3).

Os valores médios de potássio variaram de 6,4g kg⁻¹ a 10,8 g kg⁻¹, estando dentro dos teores médios de potássio obtidos por Nascimento et al. (2002), que variaram de 6,1 g kg⁻¹ a 15,63 g kg⁻¹. Os menores teores de potássio foram obtidos na amostragem na ocasião da colheita, época em que a demanda pelo nutriente foi bastante elevada, pela maturidade fisiológica dos frutos.

Os teores foliares médios de cálcio variaram de 14,3g kg⁻¹ a 20,83 g kg⁻¹. Nascimento et al. (2002) encontraram valores médios entre 37 a 68g kg⁻¹ e atribuíram os valores elevados obtidos, aos efeitos residuais da calagem praticada na área de cultivo. Observou-se, ainda, em relação aos teores foliares de cálcio, uma diminuição mais acentuada da época 1 para época 2, seguido de leve decréscimo nas épocas 3 e 4 (Tabela 3). A época 2, quando ocorreu redução acentuada dos teores médios de cálcio, caracterizou-se pela ocorrência da germinação do grão de pólen e formação do tubo polínico das flores, portanto de elevada demanda de cálcio.

Cavalcante et al. (2012) relataram que, independentemente da fonte de matéria orgânica aplicada, os teores de cálcio foram elevados de forma linear, com um aumento de 0,48 g kg⁻¹ de cálcio por cada aumento unitário de matéria orgânica, sendo que o teor máximo do nutriente nas folhas de pinheira foi de 19,1 g kg⁻¹. Silva e Silva (1997) afirmaram que a pinheira absorve quase o dobro das quantidades de nutrientes absorvidos pela gravioleira, da mesma família e que, as quantidades de cálcio no tecido foliar devem necessariamente serem superiores a 17,4 g kg⁻¹.

Para os teores médios de magnésio, houve variação de 2,9g kg⁻¹ a 3,7 g kg⁻¹. Nascimento et al. (2002) obtiveram valores médios entre 2,88g kg⁻¹ a 9,62 g kg⁻¹. Cavalcante et al. (2012) reportaram que as plantas tratadas com esterco bovino apresentaram um aumento linear de 1,6 para 2,7 g kg⁻¹ nos teores de magnésio do tecido foliar, com acúmulo de 0,36 g kg⁻¹ de magnésio por cada aumento unitário de matéria orgânica. O aumento dos teores foliares em função das

doses se deveu ao fato das maiores doses de matéria orgânica aportar também maiores quantidades de magnésio no solo.

Em conformidade ao que ocorreu com os teores foliares médios do cálcio em função das épocas de amostragem, também o magnésio apresentou comportamento semelhante para a época 1, apresentando-se estatisticamente superior em relação às épocas 2 e 3, e recuperando-se na época 4, aproximando-se dos valores da época 1 (Tabela 3).

Os teores foliares médios de enxofre apresentaram variação entre 1,5 g kg⁻¹ a 2,3 g kg⁻¹ compatíveis, com as médias obtidas por Nascimento et al. (2002), que encontraram valores entre 0,9g kg⁻¹ a 2,7g kg⁻¹ e próximos aos obtidos por Silva et al. (1984), que foram da ordem de 2,6 g kg⁻¹ em ramos com frutos e de 2,3g kg⁻¹ em plantas sem frutos de pinheira. Cavalcante et al. (2012) obtiveram o máximo valor de 4,13 g kg⁻¹ de enxofre correspondente à dose de 7,36% de matéria orgânica no solo. O incremento das doses de matéria orgânica elevaram os teores de enxofre do tecido foliar, possivelmente devido à matéria orgânica ser a principal fonte de enxofre para as plantas (LEONEL; DAMATTO JÚNIOR, 2008).

Os macronutrientes imóveis ou com baixa mobilidade, como o Ca e o B, tiveram seus teores foliares maiores ou iguais na colheita dos frutos, em relação à floração plena. A baixa mobilidade pode levar ao acúmulo na folha e dificulta a redistribuição para os frutos.

A exemplo do que se verificou com os macronutrientes, pelo resultado da análise de variância dos teores de micronutrientes nas folhas de pinheira, houve efeito significativo para a época de coleta das folhas nos tratamentos (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para os resultados dos teores de micronutrientes das folhas de pinheira. Petrolina-PE.

Fontes de variação	Probabilidade > F ¹				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Tratamentos (A)	0,2948	0,8623	0,5910	0,6354	0,2516
Épocas (B)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
A x B	0,8921	0,4360	0,7707	0,8762	0,7807
C V (%)	14,14	22,08	24,93	36,07	46,51

¹nível descritivo pelo teste F.

Os teores médios de boro da matéria seca foliar foram influenciados pelas épocas de avaliação nutricional da pinheira, sendo que os valores obtidos situaram-se entre 43,22 mg kg⁻¹ e 115,46 mg kg⁻¹ (Tabela 5). Silva et al. (1984) relataram, em folhas de pinheira em ramos sem e com frutos, valores médios entre 105 mg kg⁻¹ a 107 mg kg⁻¹, enquanto Cavalcante et al. (2012) reportaram valores de 40,77 mg kg⁻¹, atribuindo a possibilidade de que os baixos valores tenham sido provocados pela competição entre os mesmos sítios ativos entre B e N na membrana plasmática.

O boro é um elemento que desempenha funções fisiológicas importantes, entre as quais se destacam a formação da parede celular, a divisão celular e o metabolismo e transporte de carboidratos, além de estar relacionado com a floração e o pegamento dos frutos. As plantas na fase de frutificação apresentaram os teores mais baixos do nutriente nas folhas, devido a alta demanda do mesmo pelos frutos (Tabela 5).

Tabela 5. Médias dos teores foliares de micronutrientes em função das épocas de amostragem. Petrolina-PE¹.

Épocas de amostragem	nutrientes (mg kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1 (floração plena)	92,44b	17,03b	81,29a	55,03a	37,53a
2 (frutificação aos 40 dias)	43,22d	10,44c	60,50b	13,77b	33,56a
3(frutificação aos 70 dias)	55,63c	8,79d	62,89b	12,15b	19,13b
4 (colheita de frutos)	115,46a	20,54a	90,00a	13,37b	3,50c

¹Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de significância.

O cobre apresentou teores médios nas folhas numa faixa entre 8,8 mg kg⁻¹ e 20,5 mg kg⁻¹. Esses valores estão acima dos descritos por Silva et al. (1984) para teores em folhas com e sem frutos de pinheira, que variaram de 5 mg kg⁻¹ a 6 mg kg⁻¹. Cavalcante et al. (2012) encontraram valores entre 6,13 mg kg⁻¹ a 9,19 mg kg⁻¹, de acordo com a idade das plantas e com a época de amostragem. A literatura pertinente não cita teores adequados de cobre para a cultura da pinheira, mas Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e Dechen e Natchigal (2006) consideram que a grande maioria das plantas cultivadas de importância comercial estão adequadamente nutridas com teores foliares de cobre entre 5 e 20 mg kg⁻¹, o que permite inferir que os valores obtidos no presente trabalho, são considerados adequados para a cultura. Houve diferença significativa entre as épocas, sendo que as épocas 2 e 3 apresentaram os menores teores de cobre (Tabela 5). Observou-se, para o tratamento testemunha, deficiência pouco severa, caracterizada pela ocorrência de folhas grandes, de coloração verde-escura e de consistência e limbo flácidos.

O teor de ferro apresentou teores médios, que oscilaram entre 60,5 mg kg⁻¹ a 90,0 mg kg⁻¹, mostrando-se inferiores aos valores obtidos por Silva et al. (1984), em folhas de ramos com e sem frutos cujos níveis variaram de 140 mg kg⁻¹ a 152 mg kg⁻¹, em plantas adultas. Também foram inferiores aos obtidos por Cavalcante et al. (2012) que obtiveram valores entre 98 e 171 mg kg⁻¹, em plantas jovens, com 3 e 4 anos de idade, respectivamente.

Assim como para o cobre, não são encontradas na literatura informações a respeito dos teores adequados de ferro para a pinheira, mas os valores obtidos estão na faixa entre 50 e 100 mg kg⁻¹ relatada por Dechen e Natchigal (2006), para a maioria das plantas comerciais. Adicionalmente, não se observaram, sintomas de deficiência ocasionados pela falta de ferro nas plantas.

Os teores médios encontrados para o manganês variaram de 12,15 mg kg⁻¹ a 55,03 mg kg⁻¹ e não estão compatíveis com os obtidos por Silva et al. (1984), cujos valores médios oscilaram de 197 mg kg⁻¹ para ramos com frutos a 253 mg kg⁻¹ para ramos sem frutos. Verificou-se, ainda, que houve diferença significativa entre a época 1 e as demais épocas (Tabela 5). É possível que tais diferenças se devam às época de amostragem, às características genéticas das plantas, somado à ausência de resultados de pesquisa indicativos dos padrões foliares considerados adequados para o manganês em folhas de pinheira.

Em relação ao zinco, os teores médios encontrados oscilaram entre 3,50 mg kg⁻¹ a 37,53 mg kg⁻¹, enquanto Silva et al. (1984) obtiveram valores médios, que variaram de 20 mg kg⁻¹ para folhas de ramos com frutos a 22 mg kg⁻¹ em folhas de ramos sem frutos. Cavalcante et al. (2012) em plantas de pinheira com 36 e 48 meses de idade reportaram valores de zinco de 16,05 e 22,24 mg kg⁻¹, correspondentes às doses de 6,71 e 6,74% de matéria orgânica utilizada na forma de cama de frango e esterco bovino. Os teores médios de zinco foram decrescentes da

época 1 para a 4 e nesta última, apresentou menor teor médio entre todas as épocas amostradas (Tabela 5), fato também verificado por Cavalcante et al. (2012).

O zinco é um elemento extremamente importante na planta e está envolvido na formação do ácido-indol-acético (AIA). Teores baixos na planta podem ser resultado de pH acima de 6,0 e da indisponibilidade do zinco na solução do solo, em decorrência de altos teores de fósforo. Ambas as situações podem ter ocorrido na área onde o experimento foi implantado.

De acordo com o relato de Dechen e Natchigal (2006) teores altos de cálcio no solo diminuem a absorção de zinco pelas plantas, além disso a fonte de fósforo também apresenta cálcio em sua composição, o que pode ter acentuado o processo. Os teores médios obtidos, dependendo da época de avaliação e dos tratamentos empregados estão abaixo ou na faixa de 25 mg kg⁻¹, valor considerado pelos autores como crítico para a grande maioria das culturas comerciais, além disso, para a maioria das frutíferas, Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) consideram teores de zinco acima de 20 mg kg⁻¹ como adequados.

Com relação à deficiência em alguns micronutrientes apresentada pelas plantas, a explicação seria a possível elevação do teor de matéria orgânica do solo, em função da aplicação dos tratamentos, pois Dechen e Natchigal (2006) reportam que vários autores relatam aumento do teor de micronutrientes no solo, em função do aumento de matéria orgânica no solo; contudo em algumas situações, a formação de complexos organometálicos diminui a disponibilidade de micronutrientes, em função do decréscimo da atividade deles na solução do solo, mas posteriormente, com decomposição do material orgânico complexante eles voltam a ficar disponíveis e, por isso, afirmam que os solos com elevados teores de matéria orgânica são os que, com mais frequência mostram deficiências de um ou mais micronutrientes, o que se agrava em solos naturalmente pobres nestes.

6 CONCLUSÕES

Houve incrementos significativos em produtividade com a utilização do biofertilizante líquido enriquecido e com o biofertilizante foliar.

Com o emprego da adubação organomineral e da biofertilização, os teores médios de macronutrientes obtidos nas folhas estavam compatíveis com os valores médios estabelecidos como adequados para a cultura da pinheira. Com relação aos micronutrientes, houve dificuldade de obtenção de padrões pré-estabelecidos para a comparação, no entanto, com exceção do cobre, os valores médios obtidos podem ser considerados abaixo dos adequados.

7 REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; CURVÊLO, C. R. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L. Estado nutricional de pinheira sob adubação orgânica do solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 579-588, 2012.

COMISSÃO ESTADUAL DE FERTILIDADE DO SOLO. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: IPA, 1998. 198 p.

DECHEN, A. R.; NATCHIGAL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 13, p. 327-354.

DIAS, N. O.; SOUZA, I. V. B.; SILVA, J. C. G.; SILVA, K. S.; BOMFIM, M. P.; ALVES, J. F. T.; REBOUÇAS, T. N. H.; VIANA, A. E. S.; SÃO JOSÉ, A. R. Desempenho vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de diferentes ramos podados.

Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 389-391, 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

JUNQUEIRA, R. M.; GUERRA, J. G. M.; RIBAS, R. G. T. de; COSTA, J.R.; ALMEIDA, D.L.; RIBEIRO, D.L. **Adubação orgânica da pinha (*Annona squamosa* L.) nas condições edafoclimáticas da baixada fluminense**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico,77).

KILL, L. H. P.; COSTA, J. G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (*Annonaceae*) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 851-856, 2003.

LEONEL, S.; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 534-539, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997. 201 p.

MARTINÉZ, G.; SERRANO, M.; PRETEL, M.T.; RIQUELME, F.; ROMOJARO, F. Ethylene biosynthesis and physico-chemical changes during fruit ripening of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 68, n. 4, p. 477-483, 1993.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. da S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.

MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, P. A.; WANDERLEY, M. J. A. Biofertilizantes líquidos. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 31, p. 38-44, jul-dez, 2003.

NASCIMENTO, V. M. do; OLIVEIRA, N. A. M. de; PELISSON, G. J.; MARTINS, D. C.; NASCIMENTO, M. S. da. Avaliação do estado nutricional de 10 pomares de pinha na região de Jales, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD ROM.

SADHU, M.K.; GHOSH, S.K. Effects of different level of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, flowering, fruiting and tissue composition of custard (*Annona squamosa*, L.). **Indian Agricultural**, Delhi, v. 20, n. 4, p. 297-301, 1976.

SILVA, H.; SILVA, A.Q.; CAVALCANTI, A.T.; MALAVOLTA, E. Composição mineral das folhas de algumas fruteiras do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7.1983. Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina, 1984a , p. 320-325.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. Nutrição e adubação de anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A. R. (Ed.). **Anonáceas: produção e mercado** (pinha, graviola, atemóia e cherimóia). Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. cap. 17, p. 118-137.

SILVA, A. C. da; SÃO JOSÉ, A. R.; VIANA, A. E. S. Efeito de métodos de polinização no pegamento de frutos e na produção da pinheira. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 13, n. 2, p. 73-76, 2001.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. de **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

ZAMBERLAM, J.; FRONCHETI, A. **Agricultura ecológica: preservação do pequeno agricultor e do meio ambiente**. Petrópolis: Vozes, 2001. 214 p.