

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line) 1981-0997

v.7, suplemento, p.770-776, 2012

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v7isa2013

Protocolo 2013 - 26/12/2011 • Aprovado em 27/06/2012

Krystal A. Notaro<sup>1</sup>

Bruna M. Souza<sup>1</sup>

Aline O. Silva<sup>1</sup>

Mairon M. da Silva<sup>1</sup>

Erika V. Medeiros<sup>1</sup>

Gustavo P. Duda<sup>1</sup>

# População microbiana rizosférica, disponibilidade de nutrientes e crescimento de pinheira, em substratos com resíduos orgânicos

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de substratos alternativos, contendo ou não resíduos orgânicos, sobre atributos de fertilidade e da microbiota natural desses substratos, além da influência no crescimento de porta-enxerto de pinheira. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com oito tratamentos: TA = solo + areia; SC = substrato comercial (plantmax®); SEB = SC + esterco bovino; SEC = SC + esterco caprino; SCA = SC + cama de aviário; AEB = areia + esterco bovino; AEC = areia + esterco caprino e ACA = areia + cama de aviário, com quatro repetições. A adição dos resíduos promoveu melhoria na qualidade da produção de porta-enxerto de pinheira e na fertilidade de substratos, principalmente quando misturados à SC à base de matéria orgânica de origem vegetal e vermiculita expandida. O aumento no número de bactérias e elementos disponíveis foi acompanhado do aumento da qualidade dos porta-enxertos de pinheira. Com a análise multivariada de agrupamento perceberam-se dois grupos de similaridade. Recomenda-se a utilização de esterco caprino misturado a substrato comercial na produção de porta-enxerto de pinheira.

**Palavras-chave:** *Annona squamosa* L., bactérias totais, fungos totais, mistura de substrato

## Rhizospheric microbial population, nutrient availability and growth of sugar apple in substrates with organic residues

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of alternative substrates, with or without organic residues on attributes of fertility and natural microbiota of these substrates, and the influence on the growth of sugar apple rootstock. The experimental design was completely randomized with eight treatments: TA = soil + sand; SC = commercial substrate (Plantmax®), SEB = SC + manure, SEC = SC + goat manure; SCA = SC + litter; AEB = sand + manure; AEC = sand + goat manure; and ACA = sand litter with four replications. The addition of residues promoted improvement in the quality of the sugar apple rootstock production and fertility of substrates, especially when mixed with commercial substrate composed of vegetable organic matter and expanded vermiculite. The increase in number of bacteria and elements available was accompanied by increased quality of sugar apple rootstocks. With multivariate clustering, two groups acknowledged a similarity between the substrate mixtures. The use of goat manure mixed with commercial substrate is recommended for production of sugar apple rootstock.

**Key words:** *Annona squamosa* L., total bacteria, total fungi, mixture of substrate

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Av. Bom Pastor, s/n, Mundaú, CEP 55256-901, Garanhuns-PE, Brasil.

Fone/Fax: (87) 37610882. E-mail:

krystal.notaro@gmail.com;

bruninhagood@hotmail.com;

alineoliveirasilva6@gmail.com;

maironmoura@uag.ufrpe.br;

evmbio@gmail.com; gpduda@gmail.com

## INTRODUÇÃO

A cultura da pinheira (*Annona squamosa* L.) tem sido apontada como planta promissora, pois desponta como uma das anonáceas com maior aceitação no mercado na preparação de sucos e sorvetes, além de ter propriedades medicinais como redução da glicose no sangue, ureia, ácido úrico e creatinina (Kaleem et al., 2008) com grande potencial para ser exportada como fruta não convencional.

Esta cultura vem sendo utilizada de forma extrativista ou em pomares domésticos, onde é comum a ausência de tecnologia. Estima-se que no Nordeste do Brasil a produtividade seja em torno de 3 toneladas ha<sup>-1</sup> (Rodrigues et al., 2010). Entretanto, se o aumento das áreas de plantio não for acompanhado de planejamento e adoção de tecnologias de produção, pode não resultar no incremento da produtividade (Cavalcante et al., 2009). Informações sobre práticas de propagação ainda são insipientes sendo esta uma etapa crucial no processo de produção pois possibilita a obtenção de plantas com melhor capacidade adaptativa às condições adversas do campo.

Para obtenção de plantas comercialmente produtivas é imprescindível propagar vegetativamente, com utilização de substratos de boa composição química e orgânica, de diversas origens (Mollitor et al., 2004), pois exerce influência significativa tanto sobre a arquitetura do sistema radicular quanto sobre o estado nutricional da planta (Fachinello et al., 2005). Para isto, substratos comerciais e alternativos vêm sendo utilizados para promover um estabelecimento melhor de plantas em viveiros com a probabilidade de transferir, ao campo, mudas que se adaptem bem a essas condições. A utilização de substratos orgânicos, como esterco de animais com características adequadas à espécie plantada possibilita redução do tempo de cultivo e do consumo de insumos (Fermino & Kampf, 2003).

Segundo Fachinello et al. (2005) a mistura de substratos e a utilização de matéria orgânica são benéficas pois, além de favorecer condições físicas, químicas e biológicas para o bom desenvolvimento da muda, atuam como reserva de nutrientes e condicionadores da melhoria da estrutura do solo/substrato, pela liberação de nutrientes e produção de substâncias estimulantes ao crescimento das plantas. Além disto, existe carência de informações sobre o efeito da microbiota natural dos substratos utilizados sobre a qualidade das mudas produzidas, o que é de extrema importância, devido às funções que os micro-organismos exercem como decomposição de resíduos orgânicos com a liberação de nutrientes; produção de substâncias estimuladoras do crescimento das plantas, por produzirem ácido cianídrico, fitormônios, enzimas; mineralização de nutrientes, solubilização de fosfatos e fixação de nitrogênio, entre outros (Conn et al., 1997) e controle biológico de pragas e doenças exercendo efeitos diretos e indiretos na qualidade e na produção de plantas (Silveira et al., 2002). Entretanto, como o substrato poderá vir acompanhado de micro-organismos fitopatogênicos, o interessante seria utilizar a solarização antes do uso.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de substratos alternativos contendo ou não resíduos orgânicos, sobre atributos de fertilidade e da microbiota natural desses

substratos, além da influência no crescimento de porta-enxerto de pinheira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em estufa (coberta com tela que permite 50% de entrada de luz) na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) no município de Garanhuns, localizado nas coordenadas latitude 8°33'25" Sul, longitude 36°29'34" Oeste e aproximadamente 842 m de altitude. O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Csa "clima temperado mediterrâneo" mesotérmico com verão seco e quente. A temperatura média é de 20 °C podendo atingir 15,4 °C e precipitação média acumulada anualmente de 1333 mm, sendo os meses mais chuvosos maio e junho.

Os resíduos orgânicos utilizados para compor a mistura de substrato foram selecionados de acordo com a disponibilidade na região. Os esterco bovino e caprino foram adquiridos da clínica de bovinos da UFRPE e a cama de aviário de uma granja de grande porte, no Município de São Bento do Una, PE. Depois de curtidos e secos, esses materiais foram passados em peneiras de 2 mm de abertura de malha e misturados para compor os substratos.

O solo utilizado no ensaio foi coletado em mata nativa na camada de 0-20 cm de profundidade, nas proximidades do experimento, classificado como Argissolo Amarelo. As amostras de solo foram caracterizadas quimicamente de acordo com a Embrapa (2009) no Laboratório de Solos e Geologia da UFRPE, que apresentou os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O 1:2,5) 5,95, P e K com extração realizada com Mehlich 0,28 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente; utilizando KCL 1 mol.L<sup>-1</sup> para a extração realizou-se a análise de Ca, Mg. O solo apresentou teores de 2,19 para Ca e 1,54 para Mg. O substrato comercial (plantmax®), segundo o fabricante, é composto por mistura de matéria orgânica de origem vegetal e vermiculita expandida.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com oito tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela formada por oito plantas úteis. Os tratamentos foram constituídos de misturas de substrato contendo: TA=solo + areia na proporção (1:1); SC= substrato comercial; SEB= substrato comercial + esterco bovino na proporção (3:1); SEC= substrato comercial + esterco caprino na proporção (3:1); SCA= substrato comercial + cama de aviário na proporção (3:1); AEB= areia + esterco bovino na proporção (3:1); AEC= areia + esterco caprino na proporção (3:1) e ACA = areia + cama de aviário na proporção (3:1).

O solo e os resíduos orgânicos foram secos ao ar, destorroados e passados em peneira de 2 mm de abertura de malha; posteriormente, realizaram-se a mistura e a homogeneização em sacos plásticos com volume de 300 mL; após a mistura as amostras permaneceram incubadas durante 5 dias, quando então se procedeu ao plantio de duas sementes de pinheira, na profundidade de 1,5 cm.

As sementes foram provenientes de uma planta matriz localizada no Município de Brejão, PE, pré-selecionada para diminuir a variabilidade genética; foram submetidas a um pré-tratamento, imersas em água por 24 horas para a superação

da dormência e postas para secar em ambiente protegido. O desbaste das mudas foi realizado quando elas apresentaram 5 cm de altura, retirando-se toda a planta que se encontrava menos vigorosa.

Durante o ensaio os substratos foram mantidos a 70% da capacidade de campo, com irrigações diárias para complementação da água perdida por evapotranspiração, sendo irrigadas duas vezes ao dia.

Aos 120 dias após a semeadura (D.A.S.) foram realizadas as avaliações fitotécnicas cujas variáveis analisadas foram: comprimento da parte aérea (CPA), determinado em centímetros, adotando-se a distância entre o colo da planta e a extremidade do ramo principal; comprimento do sistema radicular (CSR), em centímetros, do colo da planta até a extremidade da raiz principal; número de folhas (NF), diâmetro na altura do colo da planta (DC), determinado a 5 cm do colo da planta, com paquímetro digital e valores expressos em milímetro. A matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) e matéria seca total (MST) foram obtidas após secagem em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até atingirem massa constante por 48h procedendo-se, em seguida, à pesagem em balança analítica.

As amostras dos substratos foram coletadas e levadas ao Laboratório de Solos e Geologia da UFRPE, colocadas para secar ao ar, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm (TFSA). Foram determinados pH em água na relação 1:2,5 de solo:solução e o teor de P disponível por colorimetria após extração com Mehlich<sup>1</sup>; os teores de K e Na trocáveis por fotometria de chama, após extração com Mehlich<sup>1</sup>; os teores de Ca, Mg e Al trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> e determinados por titulometria, conforme Embrapa (2009); os resultados são apresentados na Tabela 5.

Para detectar a microbiota natural dos substratos foram pesados, em triplicidade, de cada mistura, 10g de substrato seco, colocados em Erlenmeyer com capacidade de 250 mL, juntamente com 90 mL de água destilada estéril (ADE) e homogeneizados em mesa agitadora a 250 rpm, por 30 minutos. Foram transferidos para tubo de ensaio 1 mL desta suspensão e 9 mL de água destilada estéril, e assim sucessivamente, realizando-se diluição em série. As suspensões das diluições 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup> foram homogeneizadas em agitador vórtex e alíquotas de 0,1 mL foram plaqueadas em meio de cultura específico e espalhadas uniformemente com alça de Drigalsky, conforme Johnson & Curl (1972). Os meios de cultura utilizados foram: batata-dextrose-ágar (BDA) com 250 ppm de estreptomicina para fungos totais e agar nutritivo (AN) para bactérias totais.

As placas foram incubadas a 25°C e foto período de 12 h. As populações bacterianas foram avaliadas após 24 h de incubação enquanto a fúngica total foi avaliada após 48 horas. As colônias foram contadas com auxílio de contador de colônias, cada placa individualmente, depois colocadas na fórmula proposta por Johnson & Curl (1972) onde: População = número de colônias x diluição utilizada x10, sendo este último fator o ajuste do plaqueamento para 1 mL de suspensão em cada placa.

Cada população foi resultado do número de colônias quantificado em todas as amostras testadas e expressas em unidades formadoras de colônias por grama de substrato (UFC

g<sup>-1</sup> de substrato); os dados foram transformados para uma mesma base de 10.

Os resultados das variáveis fitotécnicas das populações naturais e fertilidade de substratos, foram submetidos à análise de variância, pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Scott-knott, a nível de 5% de probabilidade. Para efeito de cálculo os dados das populações foram transformados em raiz (x+1) e utilizadas as médias dos dados observados. As análises de variância foram realizadas pelo programa computacional Sistema para Análise de Variância - SISVAR (Ferreira, 2008).

Os dados das variáveis foram submetidos à análise de correlação de Pearson, a nível de 5% de probabilidade, pelo programa Bioestat 5.0 (Ayres et al., 2007) e também foram analisados, através de análise multivariada pela análise de agrupamento, com os dados devidamente normalizados. Para a geração dos dendrogramas resultantes desta análise utilizou-se a distância euclidiana média como coeficiente de similaridade e o algoritmo de Ward como método de agrupamento. Com o gráfico gerado com as distâncias de ligação entre os grupos formados definiu-se, com maior precisão, o ponto de corte. Desta forma, o corte determinou o número de grupos de acordo com uma similaridade maior, através da maior distância (maior salto) com que os saltos foram analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados fitotécnicos de crescimento de porta-enxerto de pinheira apresentaram respostas significativas para todas as variáveis, pelo teste F, a nível de 0,001; no desdobramento o CPA de pinheira se desenvolveu melhor na mistura de substrato SCA; o CPA no tratamento SCA foi 62,5% maior que o tratamento controle TA (Tabela 1).

O maior comprimento do CSR ocorreu nos porta-enxertos submetidos aos tratamentos ACA, SEC e SCA, respectivamente. Wagner Júnior et al. (2006) também obtiveram mudas de pinheira de ótima qualidade, ao utilizar substrato comercial

**Tabela 1.** Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR) de porta-enxerto de pinheira, submetidas a substratos contendo resíduos orgânicos ou não

**Table 1.** Length of aerial part (CPA), root length (CSR), number of leaves (NF), stem diameter (DC), aerial part dry matter (MSPA), root dry matter (MSR) of root stock of sugar apple, submitted to substrates with or without organic residues

Tratamento	Variáveis					
	CPA <sup>2</sup>	CSR	NF	DC	MSPA	MSR
TA	13,29f	15,65c	10,94e	3,54c	24,33d	16,50c
SC	17,43c	18,50b	12,90c	5,13a	34,00c	25,50b
SEB	18,57b	18,62b	13,87b	5,35a	50,00b	35,00a
SEC	19,09b	20,47a	12,44c	5,07a	60,00a	36,67a
SCA	21,25a	20,22a	17,13a	5,01a	38,00c	20,00c
AEB	15,37d	16,50c	12,88c	4,50b	31,33c	24,67b
AEC	15,52d	16,47c	13,44b	4,30b	36,00c	19,33c
ACA	14,19e	20,79a	11,93d	3,83c	18,00e	12,00d
CV (%) <sup>3</sup>	2,62	5,15	3,63	5,32	11,68	9,11

<sup>1</sup> TA = solo + areia; SC = substrato comercial; SEB = substrato comercial + esterco bovino; SEC = substrato comercial + esterco caprino; SCA = substrato comercial + cama de aviário; AEB = areia + esterco bovino; AEC = areia + esterco caprino; ACA = areia + cama de aviário; <sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade; <sup>3</sup> Coeficiente de variação



em mistura com composto orgânico formado de combinação de cama de aviário, capim elefante e enriquecido com cinzas e areia em volumes iguais, corroborando com o presente trabalho.

O resultado do NF e o DC de pinheira seguiram os demais resultados, sendo que um dos tratamentos que proporcionaram melhor desenvolvimento da planta foi o SCA, com ganhos de 63,9 e 70,65%, respectivamente, em relação ao tratamento controle (TA). Em Relação ao DC, os resultados dos tratamentos SCA, SEC, SEB e SC não diferiram estatisticamente entre si.

Com referências às variáveis MSPA e MSR, as plantas submetidas ao tratamento e que mais se destacaram foram o SEC, com eficiência de 40,55 e 45% em relação ao tratamento controle (TA); este tratamento não diferiu estatisticamente do que continha substrato comercial e esterco bovino (SEB) no que diz respeito à MSR. Diversos autores também constataram que misturas de substratos contendo esterco caprinos e bovinos foram eficientes em permitir o desenvolvimento de mudas de mamão (Araújo et al., 2010). O esterco caprino vem sendo utilizado com sucesso pela agricultura pois apresenta degradação mais rápida que os esterco de galinha e bovino, apresentando um período menor de decomposição (Tibau, 1983). Em estudo realizado por Neves et al. (2010) comparando a eficiência dos esterco bovinos e de aves, esses autores verificaram que a matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de moringa foi obtida nos substratos contendo o esterco bovino, o que confirma a importância desse tipo de matéria orgânica no crescimento de plantas.

Ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,001$  e  $0,01$ ) pelo teste F em todas as variáveis de fertilidade dos substratos alternativos, contendo ou não resíduos orgânicos.

Os substratos contendo ou não resíduos orgânicos diferiram significativamente no pH e na disponibilidade de P, K, Ca e Mg; os teores de Na e Al também foram alterados pelas misturas de substrato com ou sem resíduos orgânicos (Tabela 2).

Os valores de pH foram maiores nos tratamentos contendo areia, isoladamente ou misturados com resíduos animais (TA, AEB, AEC e ACA) devido, provavelmente, ao alto valor de pH, característico da areia utilizada neste experimento; já os tratamentos contendo substrato comercial, isoladamente ou misturados com os resíduos animais, apresentaram os menores

valores de pH (SC, SEB, SEC e SCA). Amaral et al. (2000) avaliaram a influência de resíduos orgânicos na acidez do solo e verificaram que resíduos de evilhaça e aveia-preta adicionados ao solo, apresentaram pH de até 5,05, demonstrando que o substrato com resíduos vegetais, como o substrato comercial utilizado neste experimento, auxilia na diminuição do pH.

O valor do pH tem influência direta na disponibilidade de nutrientes para a planta. Solos em que predomina matéria orgânica, o valor do pH varia em torno de 5,0 a 5,8 enquanto em solos minerais os valores de pH são superiores a 6,5 (Kampf, 2000). Esses valores provocam, quando superiores a 6,5, a precipitação de alguns elementos, tais como P, Ca, Fe e Mn, diminuindo sua disponibilidade para a planta (Martinez, 2004).

Quanto aos teores dos nutrientes disponíveis (P, K, Ca e Mg) observa-se que nos tratamentos com substrato comercial, isoladamente ou com esterco (SC, SEB, SEC e SCA) a disponibilidade desses nutrientes se encontram acima do nível ideal para o crescimento de culturas das anonáceas; o substrato comercial Plantmax® utilizado neste experimento se caracteriza por apresentar altos teores de nutrientes, como observado por Wagner Júnior et al. (2006) notadamente os elementos Ca e P. Neste estudo, maiores teores de nutrientes foram observados nos tratamentos SEB, SEC e SCA, aos quais foi utilizado substrato comercial com adição de esterco de diferentes origens animais. Os tratamentos SCA e SEC foram os que apresentaram maior disponibilidade de K, Ca e Mg (Tabela 2) demonstrando que os resíduos de origem animal adicionam elementos disponíveis às plantas.

Houve aumentos significativos da disponibilidade de P no substrato SCA em relação ao tratamento controle (TA). De acordo com Bezerra et al. (1997) para a região do agreste e sertão de Pernambuco recomenda-se a adubação no início e no fim do período de chuvas, dividida em duas parcelas para o 1º e 2º anos de cultivo, sendo 250g de sulfato de amônio e 40g de cloreto de potássio por planta. A recomendação de adubação para o estado de Pernambuco é de 60g de P, aplicando-se aos 30 e 60 dias após o pegamento da muda (Cavalcanti, 2008); entretanto, não foram encontrados relatos no que se refere às necessidades nutricionais da pinheira em fase de muda.

No caso da graviola o P, Ca e o Mg, quando em baixa disponibilidade, ou seja,  $1 \text{ mg kg}^{-1}$ ,  $0,5 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  e  $0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , respectivamente, se tornam limitantes ao crescimento desta planta (Silva & Farnezi, 2009). No presente caso os teores desses elementos se encontram acima dos valores limitantes denotando a importância da utilização de substratos comercial e resíduo orgânico para o incremento da produção de mudas de pinha de boa qualidade.

Em relação à análise microbiológica rizosférica das misturas de substratos contendo resíduos orgânicos utilizados no crescimento de pinheira, verificou-se que ocorreram diferenças significativas pelo teste F (Tabela 3). Em experimento no qual foi utilizado o resíduo orgânico lodo de curtume, Castillos et al. (2000) também obtiveram uma população de bactérias totais entre  $10^6$  a  $10^8$  enquanto a de fungos totais foi inferior à de bactérias, com densidade populacional entre  $10^5$  e  $10^6$  unidades formadoras de colônias por grama de solo, corroborando com o presente trabalho.

**Tabela 2.** Fertilidade de substratos contendo ou não resíduos orgânicos na produção de porta-enxerto de pinheira

**Table 2.** Fertility of substrates with or without organic residues to produce sugar apple rootstock

	pH <sup>1</sup> (H <sub>2</sub> O 1:2,5)	P <sup>2</sup>	K <sup>2</sup>	Ca <sup>3</sup>	Mg <sup>3</sup>
		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			
TA*	7,15 a	6,60e	0,035d	1,42d	1,6e
SC	5,40b	202,1c	0,26c	15,75a	8,37b
SEB	5,51b	337,8b	0,31b	8,00c	9,00c
SEC	5,37b	342,6b	0,31 a	11,60b	11,38 a
SCA	5,20 b	807,4 <sup>a</sup>	0,38 a	14,6a	11,50 a
AEB	7,14 a	34,52e	0,015d	0,63d	1,02e
AEC	7,00a	99,5d	0,025d	1,25d	1,32e
ACA	7,16 a	256,7c	0,05d	0,8d	1,87d
CV (%) <sup>3</sup>	4,12	10,37	16,61	16,30	13,9

<sup>1</sup> Extrator água (1:2,5); <sup>2</sup> Extrator Mehlich-1; <sup>3</sup> Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2009); \* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade; <sup>3</sup> Coeficiente de variação

**Tabela 3.** Populações de bactérias e fungos totais em substratos alternativos contendo ou não resíduos orgânicos, utilizados na produção de porta-enxerto de pinheira

**Table 3.** Total populations of bacteria and fungi in substrate with or without organic residues used in production of sugar apple rootstock

Trat.	Variáveis	
	BT <sup>1</sup> (x10 <sup>6</sup> UFC g <sup>-1</sup> de substrato)	FT (x10 <sup>5</sup> UFC g <sup>-1</sup> de substrato)
TA	3,1d <sup>2</sup>	1,9c
SC	2,5d	4,7b
SEB	14,6a	1,6c
SEC	11,7b	1,8c
SCA	10,9b	17,9a
AEB	4,4c	0,61c
AEC	3,9c	0,57c
ACA	1,9 d	0,61c
CV (%) <sup>3</sup>	11,34	52,59

<sup>1</sup> BT = bactérias totais; FT = fungos totais; <sup>2</sup> Médias originais. Para efeito de análise as médias foram transformadas em raiz (x + 1); <sup>3</sup> Médias seguidas da mesma letra minúscula dentro de cada população não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5%; <sup>3</sup> CV = coeficiente de variação

Avaliando a população de micro-organismos em substratos para a formação de mudas de tomate, Silveira et al. (2002) obtiveram, utilizando o substrato plantmax, húmus de minhoca e pó de coco, isoladamente, o número de populações bacteriana e fúngicas próximas às encontradas neste trabalho.

A utilização de mistura de SEB foi a mais eficiente em permitir o desenvolvimento de bactérias totais, seguido de SEC e SCA, visto que não diferiram estatisticamente (P<0,05) entre si apresentando níveis superiores de unidades formadoras de colônias em relação ao controle (TA). Segundo Castillos et al. (2000) a adição dos resíduos orgânicos aumenta a presença de compostos orgânicos solúveis disponíveis provocando um estímulo ao crescimento da densidade populacional desses micro-organismos. É importante ressaltar que o próprio esterco pode servir como inoculante de micro-organismos devido à sua microbiota natural.

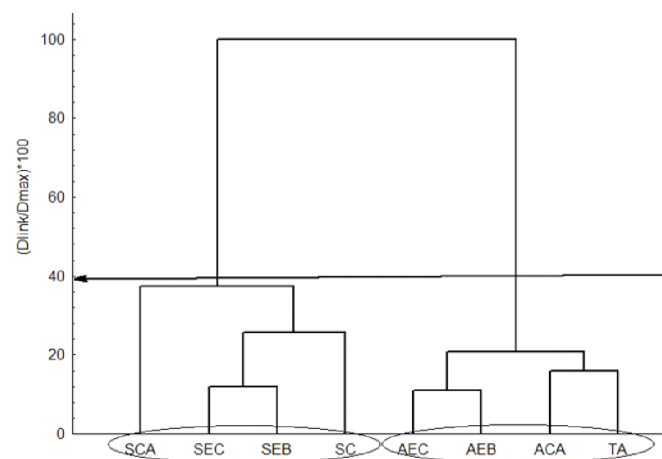
Os tratamentos permitiram uma diferença estatística (P<0,05) em relação aos fungos totais, sendo o tratamento mais eficiente o SCA, demonstrando atividade microbiana para esta mistura de substrato nas duas variáveis, o que pode explicar o bom desempenho em características fitotécnicas, já que fungos e bactérias são os principais agentes de decomposição de resíduos orgânicos e liberação de nutrientes, pois utilizam os exsudados das plantas como fonte de carbono (Richardson et al., 2009).

O aumento da população de bactérias totais foi acompanhado do aumento de praticamente todas as variáveis

de crescimento (Tabela 4) demonstrando a importância desses micro-organismos para o crescimento e desenvolvimento da muda, haja vista serem descritos como promotores do crescimento de plantas (Conn et al., 1997).

Dos elementos disponíveis avaliados neste trabalho, o P, K, Ca e o Mg se correlacionaram positivamente com os dados de crescimento de pinheira. De acordo com Barbosa et al. (2003), o K, Ca e o Mg têm sido considerados os nutrientes mais exigidos para a produção de mudas da também anonácea graviola, por serem absorvidos em maiores quantidades.

Com os dados fitotécnicos, populações naturais e disponibilidade de nutrientes, foi elaborado um dendrograma de similaridade entre os tratamentos. Para tanto, esses dados foram normatizados com a finalidade de construção do agrupamento demonstrando haver dois grupos distintos. O tratamento controle agrupou-se com os que continham areia mais os resíduos orgânicos e os tratamentos que continham substrato comercial isolado ou misturado aos resíduos orgânicos, formaram outro grupo (Figura 1).



**Figura 1.** Dendrograma resultante da análise de agrupamento das misturas de substratos contendo ou não resíduos orgânicos, no crescimento de pinheira. TA = solo + areia; SC = substrato comercial; SEB = substrato comercial + esterco bovino; SEC = substrato comercial + esterco caprino; SCA= substrato comercial + cama de aviário; AEB = areia + esterco bovino; AEC = areia + esterco caprino e ACA = areia + cama de aviário

**Figure 1.** Dendrogram resulting from cluster analysis of mixtures of substrates with or without organic residues in growth of sugar apple. TA = soil + sand; SC = commercial substrate, SEB = commercial substrate + manure; SEC = commercial substrate + goat manure, SCA=commercial substrate + litter; AEB = sand + manure; AEC = sand + goat manure; ACA = sand + litter

**Tabela 4.** Estimativa dos coeficientes de correlação de Pearson entre dados fitotécnicos com populações da microbiota natural e alterações na fertilidade em oito misturas de substratos contendo ou não resíduos orgânicos para a formação de porta-enxertos de pinheira

**Table 4.** Estimates of Pearson correlation coefficients between phytotechnical data with populations of natural microbiota and changes in fertility in eight substrate mixtures with or without organic residues for the formation of sugar apple rootstock

	Bactérias totais	Fungos totais	pH	Al	Ca	Mg	P	K
CPA	0,50*	0,54*	0,20 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,65*	0,7*	0,62*	0,71*
CSR	0,12 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,40*	0,36*	0,47*	0,50*	0,51*	0,49*
NF	0,50*	0,52*	0,42*	0,15 <sup>ns</sup>	0,45*	0,51*	0,6*	0,54*
DC	0,55*	0,31 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,35*	0,05 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
MSPA	0,43*	0,03 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	0,54*	0,71*	0,38*	0,65*
MSR	0,34 <sup>ns</sup>	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,5*	0,52*	0,25 <sup>ns</sup>	0,58*

Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSR). \* Significativo e <sup>ns</sup> não significativo

Os tratamentos contendo resíduos orgânicos e substrato comercial se mantiveram isolados em um grupo (SCA, SC, SEB e SEC) demonstrando a importância da utilização do substrato comercial adicionado a esses resíduos orgânicos no desenvolvimento de pinheira, tal como foi recomendado também por Correia et al. (2001) na produção de porta-enxertos de gravioleira pois, além do esterco ser um ótimo componente orgânico, por ser rico em nutrientes que são rapidamente liberados para as plantas e, quando adicionados a outros componentes, melhora as condições físicas, químicas e biológicas dos substratos.

## CONCLUSÕES

A adição de resíduos orgânicos promoveu maior crescimento de porta-enxertos de pinheira e aumentou a fertilidade de substratos, principalmente quando misturados a substrato comercial (plantmax®) à base de matéria orgânica de origem vegetal e vermiculita expandida;

O aumento no número de bactérias totais e nutrientes nos substratos alternativos contendo resíduos orgânicos, proporcionou maior desenvolvimento do porta-enxerto de pinheira;

Recomenda-se a utilização de esterco caprino misturado a substrato comercial na produção de porta-enxertos de pinheira.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Pernambuco, FACEPE, pelo apoio financeiro através do projeto APQ:0011-5,01/09 e pela concessão de bolsa de desenvolvimento científico regional, DCR0092-5,01/08.

## LITERATURA CITADA

- Amaral, A. S. do; Spader, V.; Anghinoni, I.; Neurer, E. J. Resíduos vegetais na superfície do solo afetam a acidez do solo e eficiência do herbicida flumetsulam. *Ciência Rural*, v.30, n.5, p.789-794, 2000. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782000000500008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782000000500008)>. 26 Nov. 2011. doi:10.1590/S0103-84782000000500008
- Araújo, W. B. M.; Alencar, R. D.; Mendonça, V.; Medeiros, E. V.; Andrade, R. C.; Araújo, R. R. Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. *Ciência e Agrotecnologia*, v.34, n.1, p.68-73, 2010. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-70542010000100008](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000100008)>. 20 Nov. 2011. doi:10.1590/S1413-70542010000100008.
- Ayres, M.; Ayres-Jr., M.; Ayres, D. L.; Santos, A. S. *BioEstat 5.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências bio-médicas*. Belém: Sociedade Civil de Mamirauá, 2007. 364p.
- Barbosa, Z.; Soares, I.; Crisostomo, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.519-522, 2003. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452003000300039](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452003000300039)>. 13 Out. 2011. doi:10.1590/S0100-29452003000300039.
- Bezerra, J. E. F.; Lederman, I. E.; Pedrosa, A. C.; Moura, R. J. M.; Dantas, A. P. *Recomendações para o cultivo de fruteiras tropicais*. Recife: IPA, 1997. p.64.
- Castillos, D. D.; Vidor, C.; Castilhos, R. M. V. Atividade microbiana em solo suprido com lodo de curtume e cromo hexavalente. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.6, n.1, p.71-76, 2000. <<http://www.ufpel.tche.br/faem/agrociencia/v6n1/artigo15.pdf>>. 13 Out. 2011.
- Cavalcante, L. F.; Silva, G. F.; Gheyi, H. R.; Alves, J. C.; Costa, A. P. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em solo salino com esterco bovino líquido fermentado. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, n.4, p.414-420, 2009. <<http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=issue&op=view&path%5B%5D=19&path%5B%5D=showToc>>. 15 Nov. 2011. doi:10.5039/agraria.v4i4a7.
- Cavalcanti, F. J. A. *Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. 3.ed. Revisada. Recife: IPA, 2008. 212p.
- Conn, K. L.; Nowark, J.; Lazarovits, G. A. Gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, v.43, n.9, p.801-808, 1997. <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/m97-117?journalCode=cjm>>. 15 Nov. 2011. doi:10.1139/m97-117.
- Correia, D.; Cavalcanti Júnior, A. T.; Costa, A. M. G. Alternativas de substratos para a formação de porta-enxertos de gravioleira (*Annona muricata*) em tubetes. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001.3p. (Comunicado Técnico, 67).
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627p.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C. (Eds.) *Propagação de plantas frutíferas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.
- Fermino, M. H.; Kampf, A. N.; Uso do solo bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.9, n.1-2, p.33-41, 2003. <[http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/20120217152536vol\\_09\\_\\_n01\\_02\\_\\_art04.pdf](http://www.fepagro.rs.gov.br/upload/20120217152536vol_09__n01_02__art04.pdf)>. 15 Nov. 2011.
- Ferreira, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium*, v.6, n.1, p.36-41, 2008.
- Johnson, L. F.; Curl, E. A. *Methods for research on the ecology of soil-borne plant pathogens*. Minneapolis: Burgess, 1972. 235p.
- Kaleem, M.; Medha, P.; Ahmed, Q. U.; Asif, M.; Bano, B. Beneficial effects of *Annona squamosa* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Singapore Medical Journal*, v.49, n.10, p.800, 2008. <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18946614>>. 15 Nov. 2011.
- Kampf, A. N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.
- Martinez, H. E. P. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In: *Encontro Nacional sobre Substratos para Plantas*, 4, 2004, Viçosa. Anais... Viçosa – MG Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.129-157.

- Mollitor, H. D.; Faber, A.; Marutzky, R.; Springer, S. Peat substitute on the basis of recycled wood chipboard. *Acta Horticulturae*, v.644, n.1, p.123-130, 2004. <[http://www.actahort.org/books/644/644\\_14.htm](http://www.actahort.org/books/644/644_14.htm)>. 15 Nov. 2011.
- Neves, J. M. G.; Silva, H. P.; Duarte, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. *Revista Verde*, v.5, n.1, p.173-177, 2010. <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/viewFile/259/259>>. 15 Nov. 2011.
- Richardson, A. E.; Barea, J. M.; Mneill, A. M.; Prigent-Combaret, C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. *Plant and Soil*, v.321, n.1, p.305-339, 2009. <[http://www.planta.cn/forum/files\\_planta/13\\_204.pdf](http://www.planta.cn/forum/files_planta/13_204.pdf)>. 15 Nov. 2011. doi:10.1007/s11104-009-9895-2.
- Rodrigues, B. M.; Souza, B. D.; Nogueira, R. M.; Santos, M. G. Tolerance to water deficit in young trees of jackfruit and sugar apple. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, n.2, p.245-252, 2010. <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/viewFile/550/435>>. 15 Nov. 2011. doi:org/10.1590/S1806-66902010000200011.
- Silva, E. B.; Farnezi, M. M. M. Limitações nutricionais para o crescimento de mudas de graviola em casa de vegetação em latossolo vermelho distrófico do norte de minas gerais. *Bioscience Journal*, v.25, n.6, p.52-58, 2009. <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7004/4644>>. 15 Nov. 2011.
- Silveira, E. B.; Rodrigues, V. J. L. B.; Gomes, A. M. A.; Mariano, R. L. R.; Mesquita, J. C. P. Pó de coco como substrato para produção de mudas de tomateiro. *Horticultura Brasileira*, v.20, n.2, p.211-216, 2002. <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-05362002000200019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362002000200019&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. 15 Nov. 2011. doi:10.1590/S0102-05362002000200019.
- Tibau, A. O. *Matéria orgânica e fertilidade do solo*. São Paulo: Editora Nobel, 1983, 220p.
- Wagner Júnior, A.; Neres, C. R. L.; Negreiros, J. R. da S.; Alexandre, R. S.; Diniz, E. R.; Pimentel, L. D.; Bruckner, C. H. Substratos na formação de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.). *Revista Ceres*, v.53, n.308, p.439-445, 2006. <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V53N308P06206.pdf>>. 15 Nov. 2011.