

Utilização de vermiculita, casca de pínus e carvão na produção de mudas de pepino e de pimentão

Thomas Newton Martin^{1*}, Liana Batista de Lima¹, Alessandro Rodrigues¹, Eduardo Girardi¹, Eliane Gomes Fabri¹ e Keigo Minami²

¹Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). ²Departamento de Produção Vegetal, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). *Autor para correspondência. e-mail: martin@esalq.usp.br

RESUMO. Dentre os fatores de produção de mudas de qualidade, a qualidade dos substratos influencia diretamente na muda produzida, sendo determinante para o sucesso da produção. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar as propriedades físicas e a aplicabilidade de diferentes substratos constituídos por diferentes proporções de vermiculita e uma mistura entre casca de pínus e carvão no desenvolvimento de mudas de pepino e pimentão. As propriedades físicas dos substratos seguiram a metodologia proposta por Smith e Pokorny (1977). Avaliou-se a fitomassa fresca e seca da parte aérea, a estatura das plântulas e a germinação em ambas as culturas. Como resultados, obteve-se que as propriedades físicas dos substratos testados (densidade específica, espaço ocupado por ar, espaço preenchido com água e porosidade total) encontram-se próximos aos valores ideais destacados na literatura. Além disso, a quantidade de vermiculita que proporciona os melhores resultados para a cultura do pepino foi em média de 74,51%, porém melhores resultados poderão ser obtidos se for utilizado a fertilização suplementar. Para a cultura do pimentão, os substratos utilizados não foram adequados e as variáveis que medem a fitomassa das plantas são altamente correlacionadas e não necessitam ser todas mensuradas.

Palavras-chave: densidade, porosidade, retenção de água.

ABSTRACT. Use of vermiculite, pinus rind and coal in the production of cucumber and chili seedling. Amongst the factors of quality seedling production, the quality of substrates influences directly the success of production. Thus, the purpose of the present work was to evaluate the physical properties and the different substrates applicability consisting of different rates of vermiculite and a mixture of pinus rind and coal in the development of cucumber and chili seedling. The physical properties of substrate followed Smith and Pokorny's method (1977). The green and dry raw material of the aerial part, the stature of seedling and the germination in both cultures were evaluated. Results showed that the physical properties of tested substrate (specific density, air space occupation, water filled space and total porosity) are close to the ideal values highlighted in literature. Moreover, the amount of vermiculite that provides the best results for the culture of the cucumber was in the average of 74.51%, although better results would be achieved if supplemental irrigation were used. As for the culture of the chili, the substrates used were not suitable and the variables that measure the plants phytomass are highly correlated and do not need to be completely measured.

Key words: density, porosity, water retention.

Introdução

Historicamente, a produção de mudas desenvolveu-se com maior intensidade a partir da década de 80 do século XX e, atualmente, considera-se a produção de mudas de hortaliças uma das etapas mais importantes no sistema produtivo das culturas olerícolas (Silva Júnior *et al.*, 1995). A partir da utilização de mudas de qualidade, é possível garantir 60% do sucesso da cultura (Minami e Puchala, 2000). Além disso, os aumentos substanciais de produção e

de produtividade podem ser parcialmente atribuídos à utilização de substratos artificiais (De Boodt, 1974).

As razões para a utilização dos substratos agrícolas a partir da década de 80 foram: (i) praticidade no transporte de mudas de um lugar para o outro; (ii) existência de fatores limitantes ao cultivo intenso no solo, como salinização, pragas e doenças; (iii) necessidade de otimização de fatores relacionados à irrigação, fertilização e espaço; (iv) redução do ciclo de produção de mudas; (v) redução

do estresse de plantio permitindo também a redução do ciclo de produção no campo (Minami e Puchala, 2000).

Um grande desafio agrônomo, no que se refere à produção de mudas em recipientes, é assegurar o crescimento e produção de biomassa aérea com volume limitado de raízes, restrito a um pequeno volume de substrato (Mele *et al.*, 1982; Sancho, 1988; Lamaire, 1995). As características pecuniárias de cada substrato devem permitir que a germinação e a emergência das plântulas possam ocorrer o mais rápido e uniforme possível, garantindo assim um estande completo de mudas. Para que isso ocorra, boas características físicas, químicas, biológicas e sanitárias devem compor o substrato permitindo assim tal capacidade.

A sustentação física das plantas no substrato é garantida por meio de sua fase sólida, conferindo assim a estabilidade que a planta precisa para se desenvolver. A fase líquida confere o suprimento de água e nutrientes e a fase gasosa o suprimento de oxigênio e o transporte de dióxido de carbono entre as raízes e o meio externo (Lamaire, 1995). Os substratos também devem estar isentos de substâncias fitotóxicas e fitopatógenas, pragas e plantas indesejáveis (Carneiro, 1995; Minami, 1995).

Dentre as propriedades físicas, deve-se ter cuidados especiais com a densidade, a porosidade total, o espaço de aeração e a capacidade de retenção de água. Os substratos que possuem uma boa aeração permitem uma maior difusão de oxigênio para as raízes, boa capacidade de armazenamento de água, baixa resistência à penetração das raízes e boa resistência à perda de estrutura (Silva Júnior e Visconti, 1991; Souza *et al.*, 1995). As propriedades químicas são mais facilmente modificadas pela utilização de soluções que contenham íons de minerais que serão úteis para o desenvolvimento das plantas (Verdonck, 1983a).

Dentre os vários materiais que podem ser utilizados como substrato, considera-se que a vermiculita é um bom agente de melhoria das condições físicas, e no que diz respeito às condições químicas ela é ativa liberando íons magnésio (Mg^{2+}) para a solução e adsorvendo fósforo e nitrogênio amoniacal (Túllio Júnior *et al.*, 1986). Além disso, está presente na composição de diversos substratos comerciais juntamente com a matéria orgânica (Lédo *et al.*, 2000). Segundo Kämpf (2000), a vermiculita possui alta capacidade de armazenamento de água, boa aeração, alto poder tampão, mas como desvantagem possui baixa estabilidade de estrutura. De Boodt e Verdonck (1972) acrescentam que a

vermiculita não possui matéria orgânica e a sua capacidade de suporte é baixa.

Com o desenvolvimento florestal do Brasil, deu-se início à utilização de casca de pinus (*Pinus taeda* L.) em substratos para a produção de mudas, primeiramente para espécies florestais e em seguida para espécies hortícolas. O material é compostado e moído, onde o tamanho final é variável, desde pó até 1 cm. A composição da casca de pinus é basicamente celulose. Esse material possui facilidade de drenagem, baixa absorção de água e pH de 3,7. Gomes *et al.* (1985) utilizaram como substrato uma mistura de 80% de composto orgânico e 20% de moinha de carvão, por ser em alguns dos melhores e mais recomendados materiais para a produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes de plástico rígido (Gomes *et al.*, 1985). O composto orgânico foi produzido no próprio local de instalação do experimento, a partir de esterco bovino (40%) e de capim-gordura (60%). A moinha de carvão foi obtida ao triturar o carvão de madeira de eucalipto, sendo essa passada através de duas peneiras com malhas de 1 e 5 mm, tendo sido eliminados o pó e os grânulos maiores.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar as propriedades físicas e a aplicabilidade de diferentes substratos constituídos por diferentes proporções de vermiculita e uma mistura entre casca de pinus e moinha de carvão no desenvolvimento de mudas de pepino e de pimentão.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no setor de Horticultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Estado de São Paulo, no período de abril a maio de 2004. Os materiais utilizados nos tratamentos foram vermiculita fina e uma mistura (composto de casca de pinus e moinha de carvão), na proporção de 1:1 em volume. Os tratamentos testados variaram em volume conforme a representação a seguir: T1 – 0% de vermiculita; T2 – 25% de vermiculita; T3 – 50% de vermiculita; T4 – 75% de vermiculita; T5 – 100% de vermiculita. As propriedades físicas dos substratos foram avaliadas segundo a metodologia proposta por Smith e Pokorny (1977) que descrevem que: (i) os 5 substratos foram colocados em cilindros de volumes conhecidos (três cilindros por substrato), 5 centímetros de diâmetro e 3 de altura, (VC); (ii) após, deve-se bater três vezes sobre uma superfície plana e firme, de maneira que após este procedimento deve-se fazer com que o substrato complete totalmente o volume do cilindro;

(iii) completar o cilindro com a amostra ou, caso seja necessário, retirar o excesso de substrato, rasando a superfície com uma régua ou outro material retilíneo; (iv) saturar a amostra do cilindro com água deionizada; (v) pesar a amostra saturada (Psat); (vi) colocar o cilindro saturado sobre uma mesa de tensão a uma pressão de 50 cm de água; (vii) após o equilíbrio, pesar a amostra (P50); (viii) colocar o cilindro em uma estufa para secar a 105°C; (ix) proceder à pesagem a fim de se estabelecer o peso seco (Ps); (x) realizar os cálculos de densidade do substrato ($Ds \text{ g/cc} = Ps/Vc$ (tirar de Ps o peso do cilindro vazio), espaço ocupado por ar (EA) = $100 (Psat - P50)/Vc$, espaço preenchido com água (EPA) = $100 (P50 - Ps)/Vc$, porosidade total (PT) = $100 (Psat - Ps)/Vc$).

Os testes de germinação foram conduzidos em ambiente parcialmente controlado de casa de vegetação com a cultura do Pepino cv. Caipira (germinação 98%) e Pimentão cv. Verde Gaúcho (germinação 90%). As sementes foram adquiridas no comércio local, com os padrões de qualidade das empresas que as produziram. Os substratos foram preparados através da homogeneização manual e colocados em bandejas de polipropileno expandido de 200 células. As bandejas contendo os diferentes substratos já semeados foram colocadas em estufa com irrigação intermitente por microaspersores (a cada 30 minutos) sem solução nutritiva.

Cada unidade experimental constituiu-se de 50 células. A semeadura foi realizada em 15 de abril de 2004. Em cada célula foi colocado manualmente uma semente e as avaliações foram realizadas sobre a plântula surgida a partir dessa. As contagens do número de plântulas emergidas foram realizadas aos 4, 11, 20, 27 e 30 dias após a semeadura para a cultura do pepino e aos 11, 20, 27 e 56 dias após a semeadura para a cultura do pimentão. Avaliou-se a fitomassa fresca total da parte aérea em gramas (FMFT), fitomassa fresca por planta (FMSP), fitomassa seca total (FMST), fitomassa seca por planta (FMSP) e a estatura das plântulas medida do colo da plântula até o seu ápice (EP), em centímetros. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Em seguida, foram estimadas as curvas de regressão para as variáveis que apresentaram diferenças significativas pelo teste F e em seguida calculou-se a máxima eficiência técnica (MET). Foi utilizado o teste de correlação de Pearson, ao nível de 1% de probabilidade de erro, para verificar a correlação entre as variáveis. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa SOC-NTIA (Embrapa, 1997).

Resultados e discussão

A análise da variância indica que todas as variáveis que mensuram as propriedades físicas dos substratos apresentaram diferenças significativas entre si (Verificando-se as médias entre os tratamentos, estas indicam que a variável densidade (DE) possui média geral do experimento de 0,14 g cm⁻³, estando dentro do intervalo 0,1 a 0,8 g cm⁻³, porém um pouco fora quando se considera os valores ideais (0,3 a 0,4 g cm⁻³) para a maioria das plantas de vaso (Ballester-Olmos, 1992). A maior densidade específica (0,16) é atingida com 28,41% de vermiculita, conforme é apresentado na Tabela 1. O espaço preenchido por ar médio dos tratamentos apresentou a média de 16,88%, estando dentro da faixa ideal (10% a 20%), quando se consideram autores como De Boodt e Verdonck (1972) e Brix (1973). Mas, para Gislerod (1982), a porcentagem ideal para as plantas cultivadas em recipientes é de aproximadamente 20%, podendo chegar a 45% em outros. O valor médio do espaço preenchido com água foi de 37,6%, estando um pouco acima dos valores considerados como ideais (20% a 30%), podendo influenciar na redução do crescimento das raízes e causar problemas em relação às trocas gasosas, quando os valores forem muito elevados (Ballester-Olmos, 1992). E os valores médios obtidos pela porosidade total (PT) foi de 40,69%. Os valores de máxima eficiência técnica das variáveis EPA e PT não foram apresentados pois estão fora do intervalo testado.

Quanto às médias dos tratamentos, para as variáveis físicas dos diferentes substratos, verifica-se que os valores de densidade específica não foram superiores a 0,17 g cm⁻³. O tratamento com menor densidade foi o tratamento T5, constituído de 100% de vermiculita. A baixa densidade permite que as raízes possam desenvolver-se livremente, com poucas restrições. Dessa forma, permite que a porosidade, a quantidade de água livre e o espaço aéreo sejam aumentados. Os valores extremos de densidade são considerados inadequados por Bellé (1990). A variável PA reflete a porcentagem de poros ocupados pelo ar em um meio, após a saturação e a drenagem (Bunt, 1973; Bugbee e Frink, 1986; Ballester-Olmos, 1992). Verdonck *et al.* (1981) destaca que o ar também é importante para o desenvolvimento das raízes e que a proporção ar e água devem ser de 1:1 (Verdonck, 1983b).

A quantidade de água disponível (EPA) das plantas foi elevada, com os maiores valores representados pelos tratamentos T1 e T3, seguidos pelos T4 e T5 e a menor quantidade de água disponível foi representado pelo T1 (0% vermiculita).

Tabela 1. Quadrados médios dos tratamentos e do erro, média dos tratamentos, coeficiente de variação (CV), equação de regressão, máxima eficiência técnica (MET) e coeficiente de determinação ajustado ($r^2_{aj.}$) para as variáveis densidade específica (DE), espaço preenchido por ar (PA), espaço preenchido com água (EPA) e porosidade total (PT). Esalq/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, 2004.

Fontes de variação	GL	DE (g cm ⁻³)	PA (%)	EPA (%)	PT (%)
Tratamentos	4	0,0025*	57,07*	129,40*	550,77*
Erro	10	0,000037	3,74	1,97	6,52
Média		0,13	16,84	37,6	40,7
CV		4,48	11,48	3,73	6,27
		0,16737-0,000258x-	11,4499+0,1077x	28,0455+0,28219x-	21,8816+0,4858x-
Equação		0,00000454x ²		0,00121x ²	0,00146
$r^2_{aj.}$		0,98	0,95	0,98	0,99
MET (Vermiculita %)		28,41	---	---	---
Variável Máxima		0,16	---	---	---

* Tratamentos diferem significativamente através do teste F a 5% de probabilidade de erro.

Essa propriedade torna-se importante ao planejarem-se programas de irrigação das culturas (Verdonck et al., 1981). Os altos valores podem comprometer a capacidade das plantas em desenvolverem-se, pois problemas referentes a trocas gasosas das raízes podem ocorrer. Assim como os valores de EPA, os valores de PT também receberam a mesma classificação. Os coeficientes de variação mantiveram-se em valores baixos para as variáveis DE, EPA e PT, entretanto, para a variável PA, observou-se um maior valor do coeficiente de variação, mas, de modo geral, estes permanecem em níveis aceitáveis.

Na Tabela 2, estão descritos os coeficientes de correlação de Pearson, ao nível de 1% de probabilidade de erro. A variável densidade específica possui correlação inversa com as variáveis porosidade do ar (PA), espaço preenchido com água (EPA) e porosidade total (PT). As outras combinações de variáveis (PA * EPA, PA * PT e EPA * PT) possuem alta correlação positiva (superior a 91%) entre si. Esses resultados concordam com Beardsell et al. (1979) e Bunt (1973).

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis densidade específica (DE), porosidade do ar (PA), espaço preenchido com ar (EPA) e porosidade total (PT). Esalq/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, 2004.

	DE	PA	EPA
PA	-0,85**		
EPA	-0,81**	0,91**	
PT	-0,90**	0,97**	0,98**

** significativo a 1% de probabilidade de erro.

A análise da variância, para a cultura do pepino (Tabela 3), indica que não houve contrastes que diferiram ao nível de 5% de probabilidade (Teste F) para as variáveis G4 e EP,

das quais a média é representativa para os tratamentos avaliados. No entanto, para as outras variáveis, os contrastes apresentaram diferenças significativas, de forma a justificar a estimativa de equações de regressão para as variáveis. Por meio do cálculo da máxima eficiência técnica, verificou-se que os melhores desempenhos germinativos aos 27 (G27), 30 (G30), FMFT, FMST e FMSI, foram obtidos quando a concentração de vermiculita no substrato variou de 70,36% a 76,09%. Sendo assim, a concentração de vermiculita, que permite a maior eficiência técnica para as variáveis avaliadas, foi em média de 74,51%. Esse valor possui uma elevada confiabilidade devido aos coeficientes de determinação serem superiores a 0,82, o que indica que os dados obtidos explicam em no mínimo 82% a equação estimada e o restante é dado por outros fatores de cunho inexplicável.

O percentual de germinação na última data avaliada chegou a 67,34%. Esse valor pode ser considerado baixo, porém devem-se potencializar qualitativamente outros fatores de produção como a mão-de-obra, insumos e o manejo da produção, dentre outros, para que esses valores sejam mais elevados. Com o avanço em tecnologia de produção de sementes, essas possuem um custo cada vez mais elevado, e o produtor rural, ao utilizar tais sementes, deseja que o percentual de germinação seja o maior possível, pois quando uma semente deixa de germinar vai contribuir para o aumento do custo de produção das outras mudas, onerando todo o processo produtivo. Então, deve-se atentar para que o substrato a ser utilizado proporcione as melhores condições para a semente completar o processo germinativo com sucesso.

Tabela 3. Quadrados médios dos tratamentos e do erro, média dos tratamentos, coeficiente de variação (CV), equação de regressão, máxima eficiência técnica (MET) e coeficiente de determinação ajustado (r^2_{aj}) para as variáveis número de plantas germinadas aos 4, 11, 20, 27 e 30 (G4, G11, G20, G27 e G30, respectivamente), fitomassa fresca total (FMFT), fitomassa fresca por planta (FMFP), fitomassa seca total (FMST), fitomassa seca por planta (FMSP) e estatura de planta (EP), para as plântulas de pepino. Esalq/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, 2004.

Pepino cv. Caipira						
Fontes de variação	GL	G4	G11	G20	G27	G30
Tratamentos	4	8,43 ^{ns}	18,4*	27,4333*	37,17*	45,83*
Erro	10	5,6	5,4	4,4666	4,93	7,2
Média		34,13	35,4	34,38	34	33,67
CV		6,93	6,56	6,07	8,19	7,97
Eq.		---	32,86+0,05x	31,40+0,068x	28,6857+0,2091x-0,00137x ²	27,53+0,2626x-0,001866x ²
r^2_{aj}		---	0,54	0,72	0,82	0,87
MET (Vermiculita %)		---	---	---	76,31	70,36
Máximo		---	---	---	36,66	36,62
FV	GL	FMFT	FMFP	FMST	FMSP	EP
Tratamentos	4	58,51*	0,017*	3,72*	0,0014*	0,15 ^{ns}
Erro	10	5,98	0,004	0,14	0,0001	0,46
Média		19,93	0,59	2,79	0,08	3,95
CV		12,28	11,3	13,47	12,36	17,15
Eq.		12,77+0,28x-0,00184x ²	0,5039+0,00166x	1,2167+0,06x-0,0004x ²	0,046+0,00139x-0,00000929x ²	---
r^2_{aj}		0,99	0,65	0,99	0,98	---
MET (Vermiculita %)		76,09	---	75,00	74,81	---
Máximo		23,42	---	3,47	0,10	---

NS,*: não significativo e significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Como o número de plantas germinadas na última avaliação foi diferente estatisticamente, as variáveis FMFT e FMST certamente não são independentes destes resultados. Desta forma, devem-se analisar os resultados por planta (FMFP e FMSP), que também apresentaram resultados significativos. Os substratos que proporcionem as melhores condições para o desenvolvimento inicial das plântulas certamente permitirão que essas estejam mais bem nutridas para serem transplantadas. Dessa forma, as plantas que possuem um maior peso seco terão melhores resultados a campo, devido ao peso seco ser composto de material orgânico e mineral.

Para a cultura do pimentão (Tabela 4), os substratos avaliados apresentaram diferenças somente para as variáveis, germinação aos 20 (G20) e aos 56 dias após a semeadura (G56). Para essas variáveis a máxima eficiência técnica foi de 80,42% e 66,89% de vermiculita, respectivamente. As demais variáveis não obtiveram contrastes significativos entre si ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. A germinação média nessa cultura foi inferior à germinação média da cultura do pepino, totalizando, em média, somente 63,20% de germinação. Acredita-se que a nutrição das plantas tenha sido prejudicada devido aos poucos nutrientes presentes nos substratos

testados. Os coeficientes de variação são classificados como medianos, o que confere uma precisão mediana aos resultados obtidos (Gomes, 2000).

A Tabela 5 apresenta o teste de correlação de Pearson, ao nível de 5% de probabilidade de erro, para as variáveis mensuradas na cultura do pepino e pimentão. Verifica-se que a germinação das plantas nas diversas avaliações são correlacionadas. A variável FMFT também correlaciona-se com as variáveis de germinação, mas com coeficientes menores que as correlações anteriores. A fitomassa fresca parcial e total (FMFP e a FMFT), respectivamente. As correlações da FMFT, FMFP, FMST e FMSP são interessantes devido o comportamento positivo, aproximando-se a unidade com o nível de significância de 1% pode-se evitar o desperdício de mão-de-obra para mensurar todas as variáveis. A variável estatura de plântula (EP) não correspondeu a nenhuma das outras variáveis.

Os coeficientes de correlação de Pearson, para a cultura do pimentão, estão descritos na Tabela 5, onde se pode dizer que assim como para o pepino, para o pimentão, as variáveis que mensuraram a fitomassa das plântulas são altamente correlacionadas, a um nível de precisão significativo de 1%. Pode-se nesse caso também se evitar, em experimentos futuros, a mensuração de tantas variáveis sem que haja utilização demasiada de mão-de-obra e outros recursos.

Tabela 4. Quadrados médios dos tratamentos e do erro, média dos tratamentos, coeficiente de variação (CV), equação de regressão, máxima eficiência técnica (MET) e coeficiente de determinação ajustado ($r^2_{aj.}$) para as variáveis número de plantas germinadas aos 11, 20, 27 e 30 (G11, G20, G27 e G56, respectivamente), fitomassa fresca total (FMFT), fitomassa fresca por planta (FMFP), fitomassa seca total (FMST), fitomassa seca por planta (FMSP) e estatura de planta (EP), para as plântulas de pimentão. Esalq/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, 2004.

Pimentão cv. Verde Gaúcho										
Fontes de variação	GL	G11	G20	G27	G56	FMFT	FMFP	FMST	FMSP	EP
Tratamentos		0,92 ^{ns}	163,30*	36,80 ^{ns}	48,92*	0,87 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	0,009 ^{ns}	0,000004 ^{ns}	0,50 ^{ns}
Erro	10	0,74	13,11	16,06	10,74	0,26	0,0002	0,003	0,000002	0,28
Média		1,21	26,36	30,86	31,78	1,87	0,06	0,19	0,006	2,79
CV		70,88	13,74	12,99	10,31	27,28	23,99	26,00	24,75	18,99
Eq.		---	11,9594+0,5147x-0,0032x ²	---	23,66+0,3478x-0,0026x ²	---	---	---	---	---
$r^2_{aj.}$		---	0,97	---	0,96	---	---	---	---	---
MET (Vermiculita %)		---	80,42	---	66,89	---	---	---	---	---
Máximo		---	32,66	---	35,29	---	---	---	---	---

NS,*: não significativo e significativo a 5% de probabilidade de erro, respectivamente.

Tabela 5. Coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis número de plantas germinadas aos 4, 11, 20, 27, 30 e 56 (G4, G11, G20, G27, G30 e G56, respectivamente), fitomassa fresca total (FMFT), fitomassa fresca por planta (FMFP), fitomassa seca total (FMST), fitomassa seca por planta (FMSP) e estatura de planta (EP). Esalq/USP, Piracicaba, Estado de São Paulo, 2004.

Pepino cv. Caipira									
	G4	G11	G20	G27	G30	FMFT	FMFP	FMST	FMSP
G 11	1,00**								
G 20	0,94**	0,94**							
G 27	0,87**	0,87**	0,92**						
G 30	0,78**	0,78**	0,80**	0,91**					
FMFT	0,57*	0,57**	0,66**	0,83**	0,82**				
FMFP	0,22 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,52*	0,46 ^{ns}	0,88**			
FMST	0,65**	0,65**	0,72**	0,86**	0,84**	0,98**	0,85**		
FMSP	0,49 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,57*	0,72**	0,67**	0,95**	0,94**	0,96**	
EP	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,33 ^{ns}

Pimentão cv. Verde Gaúcho									
	G11	G20	G27	G56	FMFT	FMFP	FMST	FMSP	
G 20	-0,03 ^{ns}								
G 27	-0,08 ^{ns}	0,89**							
G 56	-0,19 ^{ns}	0,88**	0,91**						
FMFT	-0,22 ^{ns}	0,82**	0,83**	0,78**					
FMFP	-0,25 ^{ns}	0,68**	0,68**	0,58*	0,96**				
FMST	-0,26 ^{ns}	0,75**	0,78**	0,72**	0,97**	0,95**			
FMSP	-0,28 ^{ns}	0,55*	0,58*	0,46 ^{ns}	0,88**	0,96**	0,94**		
EP	-0,25 ^{ns}	0,66*	0,64*	0,61*	0,86**	0,85**	0,83**	0,78**	

^{ns}, * e **: não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente.

Conclusão

Diante do constatado, conclui-se: (i) as propriedades físicas dos substratos testados (densidade específica, espaço ocupado por ar, espaço preenchido com água e porosidade total), encontram-se próximos aos valores ideais destacados na literatura; (ii) a quantidade de vermiculita que proporciona os melhores resultados para a cultura do pepino foi em média de 74,51%, porém melhores resultados poderão ser obtidos se for utilizado a fertilização suplementar; (iii) para a cultura do pimentão, os substratos utilizados não foram adequados; (iv) as variáveis que medem a fitomassa das plantas são

altamente correlacionadas e não necessitam ser todas mensuradas.

Referências

- BALLESTER-OLMOS, J.F. *Substratos para el cultivo de plantas ornamentales*. Valencia: Instituto de Investigaciones Agrárias, 1992. (Hojas Disulgadoras, 11).
- BEARDSELL, D.V. *et al.* Physical properties of nursery potting-mixtures. *Sci. Hortic.*, Amsterdam, v. 11. p. 1-8, 1979.
- BELLÉ, S. *Uso da turfa "Lagoa dos Patos" (Viamão/RS) como substrato hortícola*. 1990. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.

- BRIX, R.A. Some thoughts on the physical properties of substrate with special reference to aeration. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 31, p. 149-160, 1973.
- BUGBEE, G.J.; FRINK, C.R. Aeration of potting media and plant growth. *Soil Sci.*, Baltimore, v. 141, n. 6, p. 438-441, 1986.
- BUNT, A.C. Factors contributing to be delay in the flowering of pot chysanthemus grow in peat-sand substrates. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 31, p. 163-174, 1973.
- CARNEIRO, J.G.A. *Produção e controle de qualidade de mudas florestais*. Curitiba: UFPR/FUPF, 1995, 451p.
- DE BOODT, M. The floricultural centre of Ghent as modelled by its substrata. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 37, p. 1909-1917, 1974.
- DE BOODT, M.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 26, p. 37-44, 1972.
- EMBRAPA. Ambiente de software NTIA, versão 4.2.2: manual do usuário - ferramental estatístico. Campinas, Centro Nacional de Pesquisa Tecnológica em Informática para a Agricultura, 1997.
- GISLEROD, H.R. Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cutting. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 69, p. 445-456, 1982.
- GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 14. ed. Degaspari, 2000.
- GOMES, J. M. *et al.* Uso de diferentes substratos e suas misturas na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* por meio de semeadura direta em tubetes e em bandejas de isopor. *Revista Árvore*, v. 1, n. 1, p. 8-86, 1985.
- KÄMPF, A.N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba Agropecuária, 2000.
- LAMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.
- LÉDO, F.J.S. *et al.* desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. *Hortic. Bras.*, Brasília, v. 18, n. 3, p. 225-228, 2000.
- MELE, E. *et al.*, Influencia de las propiedades físicas del substrato en horticultura ornamental. Aplicación al Pelargonium zonale. *An. Inst. Nac. Investig. Agrar. Ser. Agric.*, Madrid, v. 18, p. 57-64, 1982.
- MINAMI, K. *Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade em horticultura*. São Paulo: T.A. QUEIROZ, 1995.
- MINAMI, K.; PUCHALA, B. Produção de mudas de hortaliças de alta qualidade. *Hortic. Bras.*, Brasília, v.18, suplemento, p.162-163, 2000.
- SANCHO, J.F.A. The present status of the substrate as an ecosystem component and its function and importance in crop productivity. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 221, p. 53-74, 1988.
- SILVA JÚNIOR, A.A. *et al.* Utilização de esterco de peru na produção de mudas de tomateiro. Florianópolis: Epagri, 1995, 28p.(Boletim Técnico, 73).
- SILVA JÚNIOR, A.A.; VISCONTI, A. Recipientes e substratos para produção de mudas de tomate. *Agropecuária Catarinense*, Florianópolis, v. 4, n. 4, p. 20-23, 1991.
- SMITH, R.C.; POKORNY, F.A. Physical characterization of some potting substrates in commercial nurseries. Xerocopia, 1977.
- SOUZA, M.M. *et al.* Avaliação de substrato para o cultivo de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) "White Polaris" em vasos. *Rev. Bras. Hort. Ornam.*, Campinas, v. 1, n. 2, p. 71-77, 1995.
- TÚLLIO JÚNIOR, A.A. *et al.* Uso de diferentes substratos na germinação e formação de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). *O Solo*, Piracicaba, n. 78, p. 15-18, 1986.
- VERDONCK, O. The influence of the substrate to plant growth. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 126, p. 251-258, 1981.
- VERDONCK, O. Barckcompost a new accepted growing medium for plants. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 133, p. 221-227, 1983a.
- VERDONCK, O. New developments in the use of graded perlite in horticultural substrates. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 150, p. 575-581, 1983b.

Received on May 02, 2005.

Accepted on November 25, 2005.