

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**JOSEPH ELIAS RODRIGUES MIKHAEL**

**DENSIDADE DE SUBSTRATOS HORTÍCOLAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE  
COMPACTAÇÃO**

**Uberlândia – MG  
Novembro – 2010**

**JOSEPH ELIAS RODRIGUES MIKHAEL**

**DENSIDADE DE SUBSTRATOS HORTÍCOLAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE  
COMPACTAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Maria Alice Vieira

**Uberlândia – MG  
Novembro – 2010**

**JOSEPH ELIAS RODRIGUES MIKHAEL**

**DENSIDADE DE SUBSTRATOS HORTÍCOLAS SOB DIFERENTES NÍVEIS DE  
COMPACTAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Agronomia, da Universidade  
Federal de Uberlândia, para obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 21 de novembro de 2010.

Eng. Agr. Heliomar Baleeiro de Melo Júnior  
Membro da Banca

Eng<sup>a</sup>. Agr<sup>a</sup>. Ivaniele Nahas Duarte  
Membro da Banca

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Alice Vieira  
Orientadora

## RESUMO

Substrato é um insumo agrícola essencial nas atividades de produção de mudas e no cultivo protegido de hortaliças, espécies florestais e de plantas ornamentais. As propriedades físicas de um substrato para plantas estão centradas em dois aspectos: as propriedades das partículas que compõem a fração sólida e a geometria do espaço poroso formado entre essas partículas. Uma das propriedades físicas de maior importância no manejo de plantas em substrato é a densidade do material, pois esta pode indicar outras características físicas essenciais, como a porosidade, aeração adequada e a capacidade de armazenar e fornecer água para as plantas cultivadas em recipientes. Este trabalho teve o objetivo de avaliar a densidade de quatro substratos, utilizando-se do método da proveta sob cinco níveis de compactação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4 com quatro repetições. O primeiro fator correspondente aos níveis de compactação (0, 5, 10, 15 e 20 cm de altura) e o segundo fator referente aos substratos (50% vermicomposto e 50% fibra de côco; 50% esterco bovino e 50% fibra de côco; 75% esterco bovino e 25% fibra de côco; 75% vermicomposto e 25% fibra de côco). Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que para os dados qualitativos utilizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 0,05 de significância e à análise de regressão para os dados quantitativos. Tal procedimento foi realizado para cada proveta separadamente. A determinação da densidade foi realizada no Laboratório de Manejo e Conservação de Solo e Água (LAMAS) da Universidade Federal de Uberlândia. Concluiu-se que o nível de compactação difere entre as provetas utilizadas neste trabalho; à medida que se aumentam os níveis de compactação o volume diminui, portanto, quanto maior a altura maior a compactação dos substratos e maior a densidade do substrato; os tratamentos que continham esterco bovino em sua mistura apresentaram menor densidade.

**Palavras-chave:** densidade, esterco, fibra, níveis de compactação, vermicomposto

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	5
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	12
5 CONCLUSÕES .....	17
REFERÊNCIAS .....	18

## INTRODUÇÃO

Entende-se como “substrato para plantas” o meio em que se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo, sendo um insumo agrícola essencial nas atividades de produção de mudas e no cultivo protegido de hortaliças, espécies florestais e de plantas ornamentais.

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais apresenta-se com perspectivas de crescimento e conseqüente incremento para os principais segmentos da cadeia produtiva: produção, distribuição e comercialização. Esta previsão, bastante otimista, vem atraindo para o setor novos empreendedores, com conseqüente aumento da concorrência e a constante necessidade da busca por novos produtos e serviços (CERATTI, 2007).

O negócio de flores no Brasil possui vantagens mercadológicas e técnicas, o que inclusive pode contribuir para a renda de pequenos produtores, uma vez que se trata de uma atividade bem apropriada para a agricultura familiar. No entanto, como destaca Vieira (2002), na produção de mudas de qualidade o substrato é um fator decisivo para o sucesso do empreendimento, principalmente no ramo da horticultura ornamental. Tanto a qualidade, quanto o tempo de produção das mudas são muito influenciados pelo tipo de substrato utilizado na sementeira ou no leito de enraizamento no caso de propagação vegetativa (VIEIRA, 2002).

As propriedades físicas, químicas, físico-químicas e biológicas precisam ser bem conhecidas e definidas para que a produção se sustente, de forma qualitativa e quantitativa, porém as propriedades físicas são fundamentais, já que não podem ser alteradas ao longo do cultivo. Elas estão centradas em dois aspectos: as propriedades das partículas que compõem a fração sólida, em especial sua forma e tamanho, sua superfície específica e sua característica de interação com a água (molhabilidade) e a geometria do espaço poroso formado entre essas partículas. Este, por sua vez depende das propriedades das partículas e da forma de manuseio do material, em especial da densidade de empacotamento do substrato no recipiente, que afeta a porosidade total e o tamanho dos poros.

Além de ser uma das propriedades físicas de maior importância no manejo de plantas em substrato, sua densidade pode indicar outras características físicas essenciais, como a aeração adequada e a capacidade de armazenar e fornecer água para as plantas cultivadas em recipientes. Tais características são definidas pela porosidade total (PT), espaço de aeração (EAR) e outras propriedades definidas pela curva de retenção de água do material. O espaço

poroso total é inversamente proporcional à densidade do substrato, portanto se a densidade for maior que a ideal, implica em uma diminuição da aeração e da circulação de água, o que é prejudicial ao desenvolvimento e atividade das raízes. Em caso inverso o substrato não retém água para as plantas que passam a sofrer com estresse hídrico.

A densidade pode se alterar conforme o tamanho e formato do recipiente segundo Martinez (2002) uma amostra de substrato pode ocupar maior ou menor volume de acordo com o grau de compactação em que for submetida. O resultado pode variar desde totalmente solto até um máximo adensamento, de maneira que os valores de densidade da amostra encontram-se entre os dois extremos.

Na determinação da densidade de solos, a amostra não se deforma, e neste caso, a quantidade de umidade não tem efeito sobre a densidade seca. No entanto, substratos são materiais cuja estrutura não é “criada” no momento da mistura dos componentes, a estruturação é resultado da mistura de componentes, do enchimento de recipiente e da umidade inicial do substrato (DRAZAL et al., 1999). Uma das maneiras adotadas em diversos laboratórios para se avaliar a densidade de substratos é por meio do método da proveta.

O método utilizado para a determinação da densidade em substratos se baseia na auto-compactação; assim as batidas da proveta para acomodar o material e o teor de água nas partículas, aumentam a compactação destas, a umidade inicial presente nas partículas, tem dois efeitos, aumenta o peso das partículas umas sobre as outras e aumenta a adesão entre elas. Sendo esses efeitos mais evidentes em materiais compostos de partículas semelhantes, cuja acomodação se dá de maneira homogênea (FERMINO, 2002).

Para se obter um substrato adequado é necessário conhecer suas propriedades físicas, principalmente sua densidade, sendo, portanto, imprescindível a realização de análises laboratoriais. Estas características podem variar conforme o tipo de recipiente utilizado, método de manejo adotado e estágio fenológico das plantas.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo comparar a densidade de quatro substratos sob cinco níveis de compactação em duas provetas com diâmetros distintos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Substrato é o meio em que as raízes proliferam-se, para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes, sendo todos os elementos essenciais absorvidos são derivados dos componentes minerais e orgânicos do substrato (CARNEIRO, 1995).

O cultivo em substratos é uma alternativa ao sistema tradicional de produção em solo sob casa de vegetação que começa a ser utilizado por alguns produtores de hortaliças no Brasil, porém ainda de forma tímida, devido ao alto custo do sistema e das particularidades no manejo de água e nutrientes (MAROUELLI et al., 2003). Quando devidamente otimizado, esse sistema de cultivo proporciona maior eficiência dos fatores de produção que o cultivo em solo. Ademais, substratos podem ser facilmente substituídos ou esterilizados, minimizando a incidência de nematóides, bactérias e fungos patogênicos na zona radicular (DEKKER, 1995).

Para Claro e Oliveira (1998), a facilidade de se agregar valor, a capacidade de diferenciação que o produto final pode sofrer e a especificidade do produto, se traduzem numa enorme vantagem competitiva. Além disso, a amplitude de climas, a variedade de solos e a biodiversidade no Brasil possibilitam cultivos diversificados, caracterizando excelentes vantagens técnicas e configurando o enorme potencial desse complexo no País.

Segundo Barros Júnior et al. (2003) considerando-se os custos envolvidos na aquisição do substrato comercial e da confecção dos compostos orgânicos, nota-se vantagem clara para uso desses últimos, principalmente para os pequenos horticultores. Segundo este autor o preparo de substratos com a utilização de resíduos orgânicos resulta numa considerável redução do custo ambiental e na maior sustentabilidade do sistema, uma vez que permite a ciclagem dos materiais normalmente queimados pelos produtores.

A pressão para utilização de substratos que não agriam o meio ambiente para a sua extração e que sejam oriundos de resíduos renováveis é cada vez maior.

Atualmente, têm-se empregado adubos orgânicos de várias origens no cultivo de hortaliças, destacando-se o composto orgânico, que além de proporcionar melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (KIEHL, 1985), reduz a necessidade de uso de adubos minerais e pode ser utilizado na produção de substratos. Menezes et al. (2001), consideram que pode ser vantajoso ao agricultor a formulação própria de substratos.

Inúmeros substratos em sua constituição original ou combinada são usados atualmente para propagação de espécies florestais via sementes ou vegetativamente. Na escolha de um substrato, devem-se observar, principalmente, suas características físicas e químicas, a espécie a serem plantadas além dos aspectos econômicos, quais seja: baixo custo e grande disponibilidade (FONSECA, 2001).

Segundo Mercurio (2000), as propriedades físicas e químicas representam a condição fundamental para a escolha do substrato, o qual não é possível de modificar quando a cultura está em desenvolvimento. É imprescindível que seja realizada a escolha correta do substrato, de acordo com a necessidade da planta.

A escolha destes pode ser feita com base nas propriedades da matéria prima, tais como: disponibilidade, custo, características físicas, como densidade; características químicas, como pH e condutividade elétrica (TOLEDO, 1992) e, ainda, em função das exigências da espécie vegetal a ser cultivada (VERDONCK et al., 1981).

Uma vez que, de uma maneira geral, as propriedades físicas de um dado substrato não podem ser facilmente modificadas, conhecê-las é muito importante para a sua caracterização (MILNER, 2001). Entre as propriedades físicas mais utilizadas, destacam-se a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e a disponibilidade hídrica.

Solos e substratos são meios porosos, formados por sólidos e poros preenchidos por água e ar (KÄMPF, 2001). Os poros são responsáveis pelas trocas gasosas entre o substrato e a atmosfera, bem como determinam os movimentos da água no vaso e a drenagem. Portanto, entender a dinâmica das relações entre sólidos e os poros é fundamental para se obter sucesso na produção de mudas.

A densidade de volume expressa a relação entre a massa e o volume de uma amostra de substrato, dentro do recipiente, depende da pressão aplicada no momento do preenchimento, ou no plantio, do peso das partículas do substrato ao caírem uma sobre as outras, da umidade presente nas partículas ou efeito da irrigação. Segundo Kampf (2000) estes fatores podem resultar em diferentes densidades de empacotamento, definida por Burés et al. (1995), como uma modificação na relação massa do substrato/volume efetivamente observado no recipiente em um dado momento.

De acordo com Miner (1994), a capacidade de recipiente e de aeração está correlacionada com a porosidade, e deve haver distribuição adequada entre macro e microporos, permitindo, dessa maneira, que o substrato retenha quantidades convenientes de água e ar.

Segundo De Boodt e Verdonck (1972), quanto maior a densidade aparente, maior a compactação, menor estrutura e menor porosidade total, sendo maiores as restrições para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Manejo e Conservação do Solo e da Água – LAMAS - da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – Campus Umuarama -, situado no município de Uberlândia-MG. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x4 com quatro repetições. O primeiro fator corresponde aos níveis de compactação (0, 5, 10, 15 e 20 cm de altura) e o segundo fator refere-se aos substratos, quais sejam:

- 1 - 50% vermicomposto e 50% fibra de côco;
- 2 - 50% esterco bovino e 50% fibra de côco;
- 3 - 75% esterco bovino e 25% fibra de côco;
- 4 - 75% vermicomposto e 25% fibra de côco.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo que para os dados qualitativos utilizou-se a comparação das médias pelo teste de Tukey a 0,05 de significância e á análise de regressão para os dados quantitativos. Tal procedimento foi realizado para cada proveta separadamente.

Para avaliação da densidade úmida de cada substrato foi adotado o *método da proveta*, o qual é realizado colocando-se uma amostra de 40 g de substrato no estado fresco em uma proveta de plástico graduada que se deixa cair de cinco alturas diferentes (0, 5, 10, 15 e 20 cm). Neste trabalho este procedimento foi realizado com duas provetas de diferentes diâmetros (3,5 e 5 cm). Para cada amostra avaliada deixou-se a proveta cair por dez vezes em cada altura estudada.

Para garantir que a altura de queda fosse a mesma em todas as repetições, foi confeccionado um suporte de madeira, conforme utilizado por Backes (1990) e apresentado nas fotos da Figura 1.



Figura 1. Fotos do suporte e provetas utilizados para determinação de densidade de substratos. Uberlândia - MG, 2010

Após a determinação dos volumes de substratos nas provetas nos respectivos níveis de compactação, determinou-se a densidade ( $d$ ), pela seguinte equação:

$d = m v^{-1}$ , em que:

$m$  = massa em gramas

$v$  = volume em mL

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 tem-se o volume médio de substrato em mL observado nas provetas de 250 e 500 em todas as repetições dos tratamentos e na Tabela 2 encontram-se os respectivos valores médios de densidade calculados para cada substrato.

Tabela 1. Volume médio observado nas provetas em todas as repetições dos substratos

Substratos/ Níveis de compactação	0 cm		5 cm		10 cm		15 cm		20 cm	
	250 mL	500 mL								
1	110	127	99	106	96	96	92	94	90	90
2	141	188	130	162	125	148	121	134	117	128
3	156	178	133	151	125	134	120	125	116	124
4	112	154	103	126	99	119	97	113	95	109

Tabela 2. Densidade média em  $\text{g mL}^{-1}$  de cada substrato

Substrato	0 cm	5 cm	10 cm	15 cm	20 cm
Proveta de 250 mL					
1	0,364465	0,405063	0,418848	0,433604	0,443213
2	0,284698	0,308880	0,321285	0,329897	0,342612
3	0,256410	0,300752	0,321285	0,334728	0,346320
4	0,356347	0,389294	0,403023	0,414508	0,422164
Proveta de 500 mL					
1	0,315582	0,376471	0,415584	0,426667	0,445682
2	0,213333	0,246533	0,271186	0,299065	0,312500
3	0,224719	0,264901	0,299065	0,320000	0,323232
4	0,260163	0,316832	0,337553	0,353982	0,367816

As Tabelas 3 e 4 apresentam as análises de variância para o nível de altura em função do tratamento, para as provetas de 250 e 500 mL de volume, respectivamente. Nota-se que a interação foi não significativa, indicando que não há vinculação entre esses dois fatores analisados. Desse modo procedeu-se o estudo dos efeitos principais isoladamente, realizando teste de médias pelo teste de Tukey a 0,05 de significância para a variável qualitativa e a análise de regressão para a variável quantitativa.

Tabela 3. Análise de variância do nível de altura, em função do substrato, na proveta de 250 mL

CV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEIS DE COMPACTAÇÃO	4	6314.325000	1578.581250	2.832	0.0322*
SUBSTRATO	3	16951.000000	5650.333333	10.138	0.0000*
NIVEIS*SUBSTRATO	12	3.375000	71.947917	0.129	0.9998 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	60	33439.500000	557.325000		
Total corrigido:	79		57568.200000		
CV = 20.77%					
Média geral: 113.6500000 Número de observações: 80					

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. <sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Análise de variância do nível de altura, em função do tratamento, na proveta de 500 mL

CV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
NIVEIS DE COMPACTAÇÃO	4	24947.925000	6236.981250	5.749	0.0006*
SUBSTRATO	3	28306.250000	9435.416667	8.697	0.0001*
NIVEIS*SUBSTRATO	12	1113.375000	92.781250	0.086	1.0000 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	60	65092.000000	1084.866667		
Total corrigido:	79		119459.550000		
CV = 25.30%					
Média geral: 130.1750000 Número de observações: 80					

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F. <sup>ns</sup> – não significativo a 5% de probabilidade.

A Tabela 5 apresenta médias dos volumes dos substratos.

Tabela 5. Médias dos volumes dos tratamentos do substrato

Proveta 250 mL	
Substratos	Médias
3	129.700000 a
2	126.500000 a
4	101.100000 b
1	97.300000 b
Proveta 500 mL	
Substratos	Médias
2	151.800000 a
3	142.300000 ab
4	124.050000 bc
1	102.550000 c

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas colunas diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Nas duas provetas foi observado que os substratos contendo esterco bovino, tratamentos 2 (50% Esterco bovino + 50% Fibra de côco) e 3 (75% Esterco bovino + 25% Fibra de côco) apresentaram uma menor densidade, devido ao arranjo das partículas deste material, que resultam em agregados mais consistentes e menor densidade. Por outro lado, é importante ressaltar que além da menor densidade das misturas contendo esterco bovino este é um material cujas propriedades gerais são consideradas adequadas para o seu uso como substrato para plantas. Como afirma Lourenço (1999) o esterco de bovino é o melhor condicionador. Porém, neste trabalho, não se observou diferença significativa entre as proporções de 50 e 75% esterco.

Enquanto que os substratos 1 (50% Vermicomposto + 50% Fibra de côco) e 4 (75% Vermicomposto + 25% Fibra de côco) por possuírem vermicomposto, que é um esterco processado por minhocas, suas partículas são mais finas, portanto agregaram-se mais quando sofreram o impacto de compactação, o que resulta em maiores densidades, como afirma Almeida (2005). Além do mais, a granulometria fina pode provocar efeito cimentante, fechando os poros (KAMPF, 2000), o que causa maior compactação, promovendo maior densidade por volume. Materiais de granulometria mais fina, costumam compactar mais facilmente (ANTONIOLLI, 2002).

As Tabelas 6 e 7 apresentam os valores médios do volume e da densidade em cada nível de compactação, nas provetas de 250 e 500 mL respectivamente.

Tabela 6. Valores do volume e da densidade em cada nível de compactação (250 mL)

Níveis de compactação	Média dos volumes observados (mL)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> )
0	129,625	0,308582
5	116,000	0,344828
10	110,938	0,360563
15	107,375	0,372526
20	104,313	0,383463

Tabela 7. Valores do volume e da densidade em cada nível de compactação (500 mL)

Níveis de compactação	Média dos volumes observados (mL)	Densidade (g mL <sup>-1</sup> )
0	161,500	0,247678
5	136,438	0,293175
10	124,000	0,322581
15	116,375	0,343716
20	112,563	0,355358

As densidades obtidas foram semelhantes ao obtido por Moraes Neto e Gonçalves (2001), em substrato composto por 60% de esterco de gado curtido e 40% de casca de arroz carbonizada, sendo de  $0,39 \text{ g mL}^{-1}$ .

Tais comparações indicam que diferentes misturas podem propiciar características semelhantes aos substratos, sendo assim, a escolha para a utilização de um ou outro substrato depende do custo, disponibilidade e demais características físico-químicas (ALMEIDA, 2005).

Os valores de densidade considerados adequados por diferentes autores, entretanto, são muito variáveis, como mostra levantamento realizado por Vieira (2002). Assim, pelos resultados de densidade apresentados nas tabelas 6 e 7 verificou-se que todas as composições estudadas estão dentro das faixas adequadas, entre  $0,35$  e  $1,00 \text{ g mL}^{-1}$ , propostas por Abad et al. (1992), Boertje (1984), Bunt (1973), Waldemar (2000) e Conover (1967), respectivamente. Já Verdonck e Gabriels (1988), consideram adequados valores de densidade menores, entre  $0,17$  e  $0,19 \text{ g mL}^{-1}$ . Logo, de acordo com esta referência, nenhum dos substratos apresenta densidades apropriadas para o cultivo de plantas.

Fermino (2002), no entanto, esclarece que o valor adequado de densidade é variável conforme o tamanho do recipiente, recomendando que para a produção de mudas em bandejas uma faixa de valores de densidade mais estreita, entre  $0,1$  e  $0,3 \text{ g mL}^{-1}$ , para cultivo em vasos com até 15 cm de altura o recomendável é que seja entre  $0,25$  e  $0,40 \text{ g mL}^{-1}$ , para vasos de 20 a 30 cm de altura deve estar entre  $0,30$  a  $0,40 \text{ g mL}^{-1}$  e para vasos maiores que 30 cm de altura, a densidade do substrato deve variar entre  $0,50$  a  $0,80 \text{ g mL}^{-1}$ . De acordo com esta referência verifica-se que todos os substratos estudados poderiam ser utilizados em qualquer recipiente.

Submeteram-se os dados de densidade das Tabelas 6 e 7 à análise de regressão, cujos resultados estão apresentados nas Figuras 2 e 3, nas quais se encontram também as respectivas equações de regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

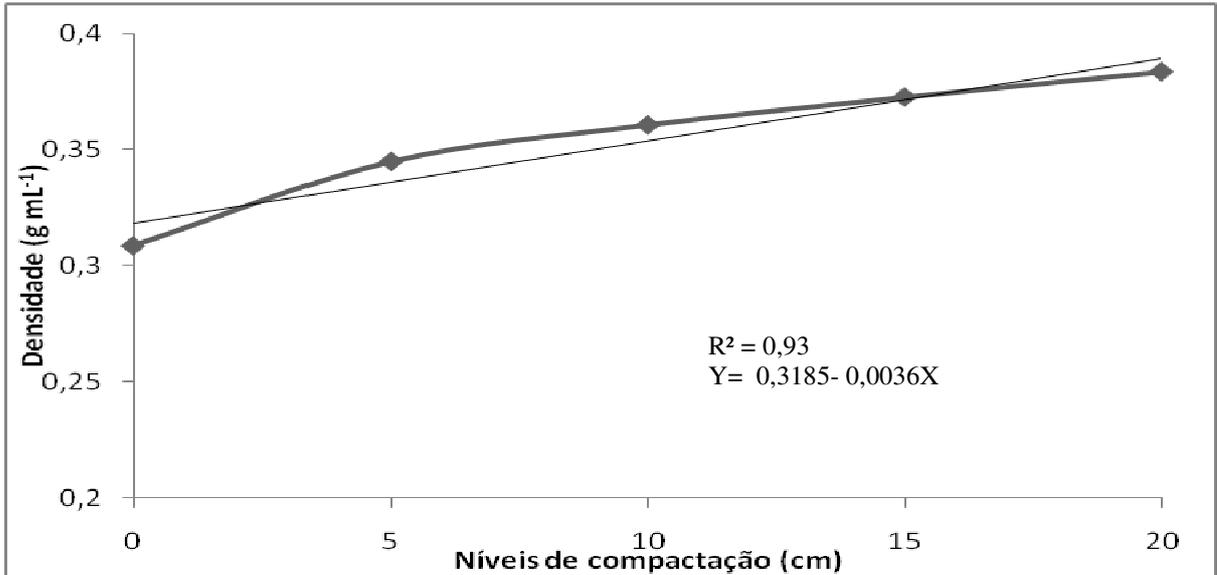


Figura 2. Densidade (g mL<sup>-1</sup>) em função do nível de compactação (proveta de 250 mL)

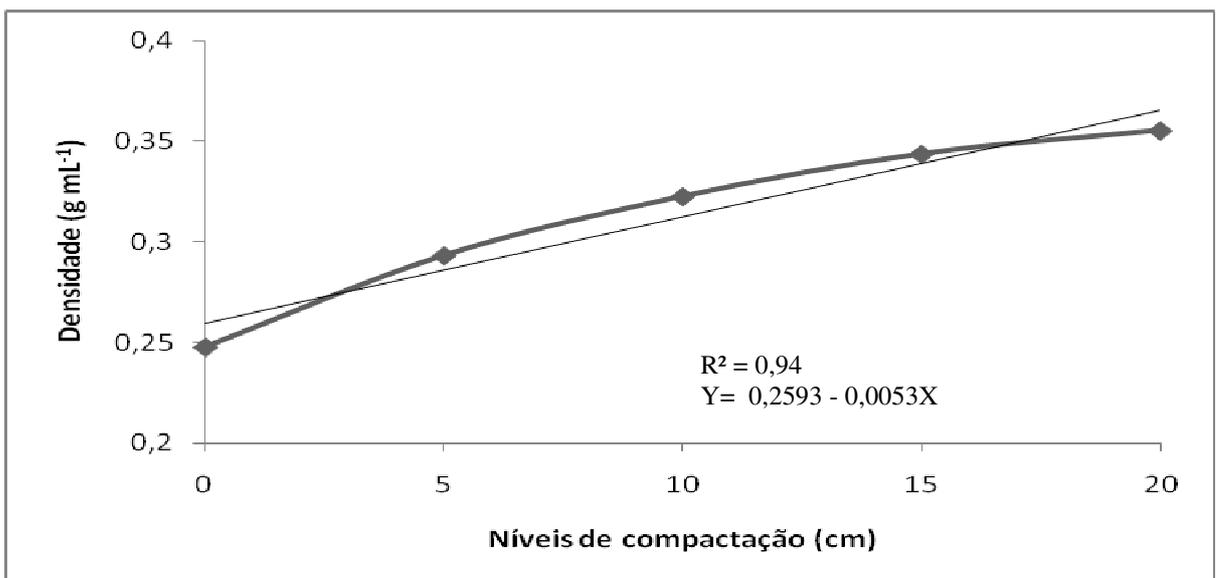


Figura 3. Densidade (g mL<sup>-1</sup>) em função do nível de compactação (proveta de 500mL)

Verifica-se nas Figuras 2 e 3 que à medida que aumentam os níveis de compactação o volume diminui, portanto, quanto maior a altura maior a compactação dos substratos e maior a densidade do substrato. Assim, para os substratos estudados as alturas avaliadas interferem nos resultados da densidade, mostrando que é importante definir um critério padrão para a comparação de densidades pelo método da proveta.

## 5 CONCLUSÕES

Os substratos avaliados, independentemente do volume da proveta analisado (250 e 500 ml), apresentaram o mesmo comportamento quanto a variação das alturas de queda que foram submetidas as avaliações, ou seja, diminuíram o volume, a medida que aumentou-se a altura de queda, implicando em uma maior densidade quanto maior a altura de queda.

- Os tratamentos que continham esterco bovino em sua mistura apresentaram menor densidade.
- A proporção de 50% e 75% de esterco bovino na mistura com fibra de côco resultou numa mesma densidade.

## REFERÊNCIAS

- ABAD, M.; MARTINEZ-HERRERO, M. D.; MARTINEZ-GARCIA, P. F.; MARTINEZ-CORTS, J. Evaluation agronômica de los sustratos de cultivo. 1, 1992, Villaviciosa, **Comunicaciones...** Villaviciosa; 1992, p. 141-154.
- ALMEIDA, L. S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radl. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* Raddi (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.
- ANTONIOLLI, Z.I.; GIRACCA, E.M.N.; BARCELLOS, L.A.R. . **Minhocultura e vermicompostagem.** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 3).
- BACKES, M.A. **Composto de lixo urbano como substrato para plantas ornamentais.** 1990. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- BARROS JÚNIOR, A. P. B.; SOUZA, J. de O. GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z. de; OLIVEIRA, C. J.; MEDEIROS, D. C. de; AZEVÊDO, P. E. de. Produção de mudas de melancia em bandejas sob diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.21, n.2, p. 153-157, jun. 2003.
- BOERTJE, G. A. Physical laboratory analyses of potting compost. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p.47-49, 1984.
- BUNT, A. C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, The Hague, v.38, p.1954-1965, 1973.
- BURÉS, S. **Sustratos.** Madri: Agrotécnicas, 1997. 342 p.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas vegetais.** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CERATTI, M.; PAIVA, P. D. O.; SOUSA, M.; TAVARES, T. S. Comercialização de flores e plantas ornamentais no segmento varejista no município de Lavras/MG. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.4, p. 1212-1218, 2007.
- CLARO, D. P.; OLIVEIRA, P. B. de. **Análise do complexo agroindustrial das flores no Brasil.** 1998. 103 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- CONOVER, C. A. Soil Amendments for Pot and Field Grown Flowers. **Florida Flower Grower**, v. 4, n. 4, p. 1-4, 1967.

DE BOOTD, M.; VERDONCK, O. Physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 26, p, 37-44, 1972.

DEKKER, M. **Soilless culture**: principles of soilless culture applied in the Netherlands and surrounding countries. Wageningen: Agricultural University of Wageningen, 1995. 43 p.

DRZAL, M.S.; FONTENO, W.C.; CASSEL, D.K. 1999. Pore fraction analysis: a new tool for substrate testing. **Acta Horticulture**, The Hague, v.148, p. 43-53.

FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. **Documentos IAC**, Campinas, v. 70, p. 29-38, 2002.

FONSECA, T. G. **Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação**. 2001. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.

KÄMPF, A. N. A floricultura brasileira em números. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-7, 1997.

KÄMPF, A. N. Substrato. In: \_\_\_\_\_ (Coord.) **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254.

KÄMPF, A. N. Substratos para plantas: um desafio para a ciência do solo. **Revista Opinião**, Campinas, v. 26, n.1, p. 5-16, 2001.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**: determinações analíticas. Piracicaba: Agronômica "Ceres".1985. 161 p.

LOURENÇO, R. S.; MEDRADO, M. J. S.; FOWLER, J. A. P.; MOSELE, S. H. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 38, p. 13-30, jan./jun. 1999.

MARQUELLI, W. A.; CARRIJO, O. A.; SILVA, W. L. C. Variabilidade espacial do sistema radicular do tomateiro e da tensão de água em contentores de substratos. In: WORKSHOP TOMATE UNICAMP, 2003, Campinas. **Anais...** Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 2003. CD-ROM.

MARTINEZ, P. F. Manejo de substratos para horticultura. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas: Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas. **Anais...** Campinas: IAC, 2002. p.53-76.

MENEZES JUNIOR, F. O. G. Propagação e plantio. In: FERNANDES, H. S.; PEIL, R. M. N. (ed). **A cultura do Meloeiro**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 2001. p. 12-39.

MERCURIO, G. **Gerbera cultivation in greenhouse**. Amsterdam: Schreurs, 2002. 206 p.

MILNER, L. Water and fertilizer management in substrates. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF CITRUS NURSERYMEN, 6., 2001, Ribeirão Preto. **Proceedings...**Ribeirão Preto: ISCN, 2001. p.93-95.

MINER, J. A. **Substratos:** propiedades y caracterizacion. Madri: Mundi Prensa, 1994. 172 p.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; TAKAKI, M. Produção de mudas de seis espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da floresta atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.25, n.3, p.277-287, 2001.

TOLEDO, A.R.M. **Efeito de substratos na formação de mudas de laranjeira (*Citrus sinensis* (L.) OSBECK cv. "Pera Rio" ) em vaso.** 1992. 88 f. (Mestrado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras. 1992.

VERDONCK, O.; GABRIËLS, R. Substrat requirements for Plants. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 221, p. 19-23, 1988.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUMER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 150, p. 467-473, 1981.

VIEIRA, M.A. **Uso de polímero hidroabsorvente:** efeito sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. 2002. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2002.