

Uso da lavadora ultrassônica no auxílio à determinação da densidade dos sólidos de substratos pelo método do balão volumétrico

Rafael Reck¹; Claudia Klein²; Vilson Antonio Klein³

Resumo: A densidade dos sólidos é a relação entre a massa de uma amostra e o volume ocupado pelas partículas sólidas e é um importante parâmetro utilizado para cálculos de espaço poroso presente nos substratos, uma vez que os substratos devem ser bem estruturados, garantindo boa retenção de água e espaço de aeração suficiente. Os substratos podem ser de origem orgânica ou sintética e assumem importância na área de horticultura, oferecendo suporte principalmente como meio de crescimento do sistema radicular das plantas e mudas em recipientes. A busca por métodos alternativos na determinação de densidade dos sólidos de substratos é importante para uma maior eficiência das análises. O método da lavadora ultrassônica pode ser eficiente na determinação da densidade dos sólidos, pois gera vibrações que são dissipadas através da água expulsando o ar contido dentro dos balões diminuindo consideravelmente o tempo de processamento das amostras. O objetivo do estudo foi avaliar métodos alternativos na determinação da densidade de sólidos de substratos, os resultados da pesquisa foram submetidos a comparação dos dados obtidos através do método da Embrapa e da lavadora ultrassônica, avaliação da eficiência da lavadora na determinação de densidade de sólidos de substratos. A lavadora ultrassônica deve ser utilizada para a determinação da Dss desde que o tempo mínimo seja de 240 minutos de imersão com auxílio mecânico na expulsão de ar, pois os resultados aproximam-se dos obtidos na metodologia padrão. Resultados superiores de Dss foram obtidos no tempo de 360 minutos com auxílio para expulsão de ar.

Palavras-chave: Densidade dos sólidos; Lavadora ultrassônica; Substratos.

Using the ultrasonic washer in helping to determine the density of solid substrates by the volumetric flask method

Abstract: the density of the solids is the ratio of the mass of a sample and the volume occupied by the solid particles and is an important parameter used to calculate the pore space present in the substrates since the substrates must be well-structured, ensuring good water retention space and adequate ventilation. The substrates can be organic or synthetic origin, and assume importance in the field of horticulture, supporting primarily as a means of root growth of seedlings and plants in containers. The search for alternative methods to determine the density of solid substrates is important for increasing the efficiency of analysis. The method of ultrasonic washer can be effective in determining the density of the solid as it generates vibrations are dissipated through the water expelling the air contained inside the balloons significantly reducing the processing time for the samples. The objective of the study was to evaluate alternative methods for determining the solid substrate density, the results of the research were submitted to compare the data obtained through the method of Embrapa and ultrasonic washer, the washer assessment of efficiency in the determination of solid density substrates. The ultrasonic washer should be used to determine the Dss since the minimum time is 240 minutes of immersion with mechanical aids in the expulsion of air, because the

¹ Discente do Curso de Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV-UPF), rafa_reck@hotmail.com.

² Engenheira Agrônoma Mestra, Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (PPGAgro-UPF), Bolsista Fapergs-Capes-UPF, klein811@hotmail.com;

³ Engenheiro Agrônomo Doutor, Professor da Faculdade de Agronomia Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV-UPF), vaklein@upf.br.

results are similar to those obtained in standard methodology. Superior results were obtained SDS time 360 minutes to aid in expulsion of air.

Keywords: Soil particle density. Ultrasonic washer. Substrates.

Introdução

Na busca por técnicas mais eficientes na propagação de plantas, os substratos assumem importância cada vez maior na área da horticultura, principalmente como meio de crescimento do sistema radicular das plantas e mudas em recipientes (KLEIN *et al.*, 2000).

Os substratos devem oferecer suporte para crescimento das plantas, além de disponibilizar água e nutrientes para o bom desenvolvimento das mudas e plantas. Podem ser de origem orgânica ou sintética, e são constituídos de partículas e espaço poroso, essas partículas podem variar em aspectos físicos, como forma, tamanho, aparência e massa específica (FERMINO & KÄMPF, 2012).

Densidade dos sólidos do substrato é a relação entre a massa de uma amostra e o volume ocupado pelas partículas sólidas (SANTOS & RODRIGUEZ, 2009), e é um importante parâmetro utilizado para cálculos de espaço poroso presente nos substratos uma vez que estes devem ser bem estruturados, garantindo boa retenção de água e espaço de aeração suficiente (KLEIN *et al.*, 2013).

Um dos métodos utilizados é o do balão volumétrico. O procedimento consiste em pesar determinada massa de sólidos secos, transferir para um balão volumétrico e adicionar álcool, agitando bem para expulsar todas as bolhas de ar. Essa operação deve ser feita vagarosamente, até que não haja mais presença de ar, porém, além de demorada, geralmente 24 horas, nem sempre todo o ar é expulso, influenciando nos resultados (EMBRAPA, 1997). Passado esse tempo o balão é completado com álcool e com a diferença entre o volume do balão e o volume do álcool adicionado obtém-se o volume ocupado pelos sólidos (KLEIN, 2014).

A lavadora ultrassônica é um equipamento muito utilizado em laboratórios para a limpeza de utensílios e vidrarias. O processo de limpeza é através do fenômeno físico conhecido como cavitação. Esse fenômeno gera ondas sonoras que se propagam em um líquido em forma de bolhas de ar microscópicas, criando vibrações e fazendo com que o ar contido dentro dos balões seja expulso, diminuindo consideravelmente o tempo necessário para determinação de densidade dos sólidos da amostra (KLEIN *et al.*, 2013).

A busca de métodos alternativos de determinação de densidade de sólidos de substrato é de grande importância especialmente visando à diminuição do tempo de processamento das

amostras. No método da Embrapa (1997) os balões volumétricos com substratos permanecem por até 24 horas em repouso para que o ar presente entre as partículas seja expulso, talvez com outro método esse tempo poderia ser consideravelmente diminuído. Sabe-se que a lavadora ultrassônica, é capaz de gerar vibrações que são dissipadas através da água e poderia liberar com maior facilidade o ar aprisionado entre as partículas. Novas metodologias para tal análise podem ser de grande valor, especialmente quando há necessidade de um melhor aproveitamento de tempo para análises laboratoriais.

A casca de arroz carbonizada é um bom substrato para germinação de sementes e enraizamento de estacas, pois, apresenta características que permitem uma boa penetração e trocas gasosas das raízes, é suficientemente firme e de boa densidade, apresenta altos valores de macroporos, permitindo boa aeração e drenagem (SOUZA, 1993). Santos (2006) encontrou um valor para densidade de sólidos de substrato de CAC de $1,72 \text{ g cm}^{-3}$, superior ao valor obtido por Klein *et al.* (2013), de $1,44 \text{ g cm}^{-3}$, valores obtidos pelo método do balão volumétrico descrito pela Embrapa.

Produzido com matérias primas vegetais (casca de arroz carbonizada, casca de pinus, carvão vegetal, trichoderma e vermiculita), compostadas e estabilizadas, o substrato agrícola Tecnomax é isento de patógenos, nematoides, plantas daninhas e resíduos tóxicos. Possui boa capacidade de retenção de água e natureza física farelada (SUBSTRATO, 2014).

O substrato MecPlant é um condicionador de solo produzido totalmente a partir da casca de pinus bioestabilizada, proporcionando bom desenvolvimento do sistema radicial e facilidade no manejo de irrigação e fertirrigação (FERTILIZANTES, 2014).

Devido há dificuldade de encontrar resultados de atributos físicos de substratos analisados individualmente, para ser uma matéria-prima única, é comum optar pela mistura dessas, a fim de encontrar características mais adequadas para a produção (ZORZETO, 2011). Considera-se que a densidade de sólidos da matéria orgânica é de $1,45 \text{ g cm}^{-3}$ (FERMINO, 2003).

O objetivo do trabalho foi avaliar se a lavadora ultrassônica é eficiente na determinação da densidade dos sólidos de substratos pelo método do balão volumétrico, se expulsa o ar contido nos balões e se reduz o tempo de processamento das análises.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Física e Água do Solo da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo.

Foram utilizados três substratos diferentes: casca de arroz carbonizada (CAC) e dois substratos comerciais, Tecnomax[®] e MecPlant[®].

Foram utilizados balões volumétricos de 100 mL previamente aferidos. Em cada balão volumétrico foi adicionado 10 g de cada substrato pesados em balança semi-analítica de 2 kg. Os substratos foram secos em estufa regulada a ± 105 °C. Dentro de cada balão foram adicionados 70 mL de álcool como volume inicial.

Os balões volumétricos foram colocados em uma lavadora ultrassônica UltraSonic marca Unique®. A lavadora foi preenchida com 5 L de água, onde os balões foram submetidos às vibrações conforme tempos pré-estabelecidos de 10, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 minutos (min). Após cada tempo, os balões foram completados com álcool até a altura do menisco, esse volume foi anotado. Para evitar problemas com dilatação do álcool em função da temperatura, após cada tempo os balões foram colocados em uma bandeja com água fria, durante 10 minutos, buscando atingir a temperatura de aproximadamente 20 °C, evitando alterações na viscosidade do álcool. A temperatura da água da lavadora e da bandeja com água fria foi determinada por um termômetro digital.

Depois de completados até o menisco ao término do tempo de 360 minutos os balões foram inclinados e girados para que o ar que ainda estava entre as partículas fosse totalmente expulso. Após esse procedimento foi completado com álcool até o menisco e o valor foi anotado.

Na metodologia padrão descrita por Embrapa (1997), também foram adicionados 10 g de cada substrato e 70 mL de álcool. Após 24h os balões foram inclinados e girados para que o ar que ainda estivesse presente entre as partículas fosse totalmente expulso.

O delineamento experimental foi completamente casualizado e o arranjo em esquema fatorial, sendo os fatores: três substratos, dez tempos (metodologias) com quatro repetições cada.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e os dados comparados através do teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Das metodologias avaliadas, o tempo de 360 minutos com expulsão de ar apresentou maiores valores de densidade dos sólidos nos três substratos avaliados (Tabela 1). No substrato CAC no tempo de 360 minutos na lavadora ultrassônica com expulsão do ar obteve-se valores maiores de Dss porém não diferindo estatisticamente do método padrão Embrapa (1997).

No substrato Tecnomax[®] também se destacou o tempo de 360 minutos de agitação na lavadora ultrassônica com expulsão do ar. No substrato Mecplant[®], o tempo de 360 min com expulsão de ar se mostrou superior aos demais, porém sem diferença estatística do tempo de 240, 300 e 360 min sem expulsão do ar. Nesse substrato a Dss próxima ao método padrão foi atingida com menor tempo em relação aos outros substratos, e pode ter sido devido às características granulométricas do material, que possui partículas de maior tamanho (Tabela 2).

Tabela 1 – Densidade dos sólidos dos substratos (g cm^{-3}), casca de arroz carbonizada (CAC), Tecnomax e Mecplant em função do tempo de imersão na lavadora ultrassônica. FAMV/UPF, 2014

Tempo	Substratos									Média
	CAC			TECNOMAX			MECPLANT			
10 min	B	0,93	e	A	1,11	g	A	1,23	e	1,09
30 min	B	0,98	de	A	1,22	fg	A	1,36	de	1,19
60 min	C	1,09	cde	B	1,31	ef	A	1,47	cd	1,29
120 min	C	1,16	bcd	B	1,34	def	A	1,53	cd	1,34
180 min	C	1,20	bc	B	1,40	cdef	A	1,61	bc	1,41
240 min	C	1,25	bc	B	1,48	bcde	A	1,72	ab	1,48
300 min	C	1,27	bc	B	1,50	bcd	A	1,77	ab	1,51
360 min	C	1,28	b	B	1,54	bc	A	1,81	a	1,54
360 min*	B	1,47	a	A	1,86	a	A	1,86	a	1,73
24 h**	B	1,33	ab	A	1,66	b	A	1,61	bc	1,53
Média		1,20			1,44			1,60		
CV (%)		10,07								

* 360 minutos com expulsão do ar; ** método padrão Embrapa (1997); CAC: casca de arroz carbonizada.

Médias antecedidas pela mesma letra maiúscula na linha e seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 2 – Tamanho de partículas dos substratos (%) Mecplant, casca de arroz carbonizada (CAC) e tecnomax. FAMV/UPF, 2014

Substrato	>4,75 %	2	1	0,212	<0,212
Mecplant	6	50	29	12	2
CAC	0	30	40	27	3
Tecnomax	1	27	31	36	6

O substrato que apresentou os maiores valores de densidade dos sólidos foi o Mecplant[®], seguido por Tecnomax[®] e casca de arroz carbonizada.

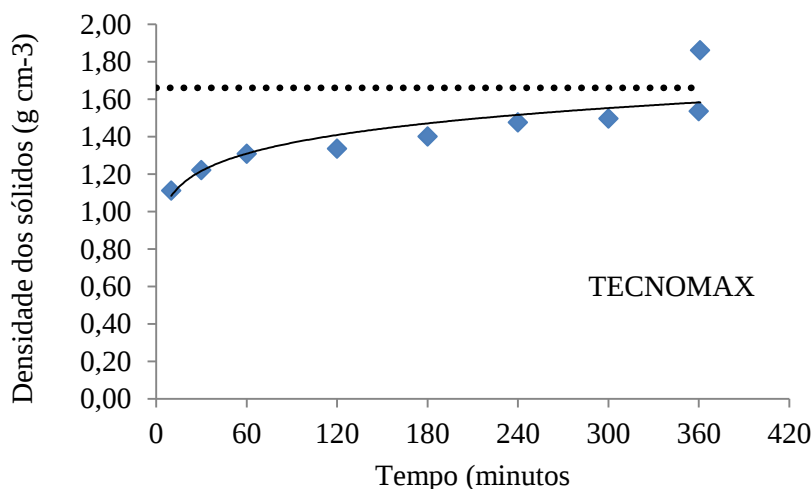
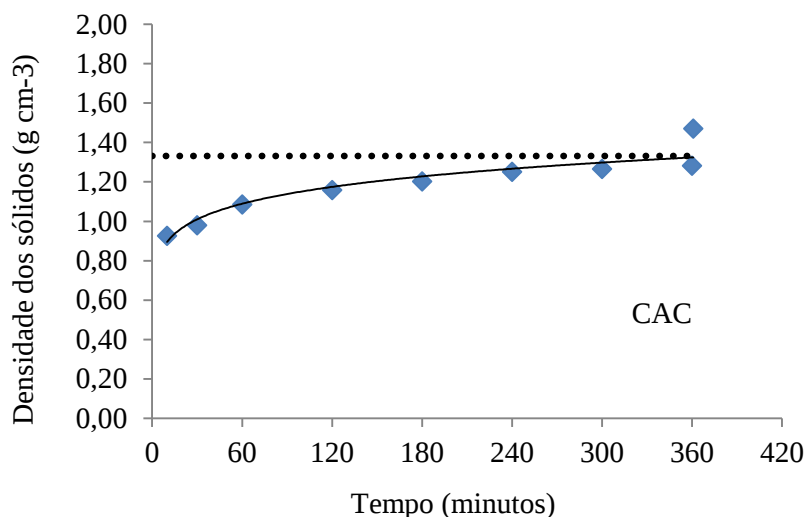
Na figura 1 está representado o comportamento da densidade dos sólidos dos três substratos obtidos a partir do uso da lavadora ultrassônica e a metodologia da Embrapa (1997), representada pela linha pontilhada.

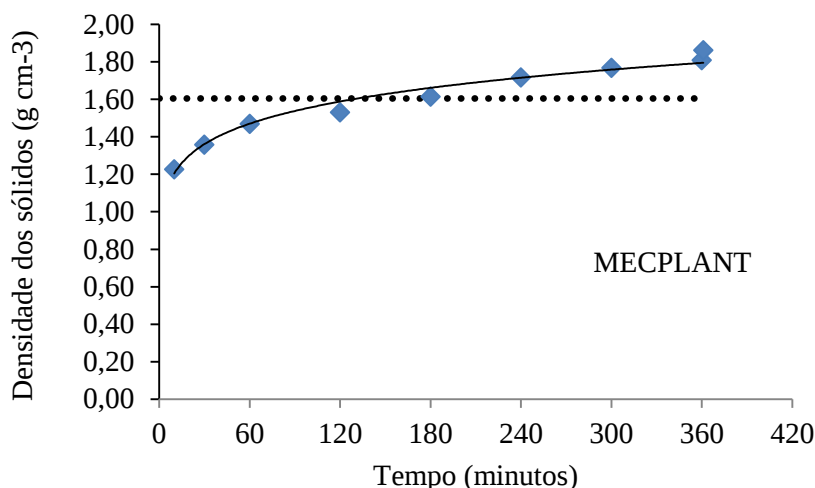
O método da lavadora ultrassônica é um método eficaz na determinação da densidade dos sólidos do solo ou substrato. Klein *et al.* (2013) sugerem que a utilização da lavadora ultrassônica pode ser uma alternativa, desde que as amostras sejam submetidas a um tempo igual ou superior a 240 minutos às vibrações.

Recomenda-se a utilização da lavadora ultrassônica para determinação da Dss, pois os resultados foram bastante satisfatórios e o tempo de processamento também foi diminuído significativamente em comparação com o método descrito por Embrapa (1997), porém outros estudos podem ser realizados com outros materiais e tempos, já que neste trabalho o tempo de 360 minutos com expulsão de ar se mostrou superior aos demais em todas as análises.

É importante considerar que a utilização da lavadora ultrassônica com posterior auxílio mecânico na liberação ar, apresentou valores superiores que a metodologia padrão.

Figura 1 – Densidade dos sólidos dos substratos em função do tempo de imersão na lavadora ultrassônica. FAMV, Passo Fundo, 2014. *Linha pontilhada representa a média obtida pelo método da Embrapa (1997).*





361min = tempo de 360 minutos mais expulsão de ar

Conclusão

A lavadora ultrassônica deve ser utilizada para a determinação da Dss desde que o tempo mínimo seja de 240 minutos de imersão com auxílio mecânico na expulsão de ar, pois os resultados aproximam-se dos obtidos na metodologia padrão. Resultados superiores de Dss foram obtidos no tempo de 360 minutos com auxílio para expulsão de ar.

Referências

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. *Horticultura Brasileira*, Porto Alegre v. 30,n. 1, p. 75-79, jan – mar. 2012.

FERMINO, M.H. *Métodos de análise para caracterização física de substratos para plantas*. 2003. . Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SANTOS, F.G.B. dos. *Substratos para produção de mudas utilizando resíduos agroindustriais*. 2006. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.

FERTILIZANTES substrato agrícola MecPlant. Disponível em: <<http://www.agroferti.com.br/Produtos/Detalhes.asp?op=132>>. Acesso em: 9 junho 2014.

KIEHL, J.E. Manual de edafologia: relações solo-planta. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1979. 264p.

KLEIN, V.A. *Física do solo*. 3. ed, Passo Fundo: EDIUPF, 2014.

KLEIN, C.; KLEIN, V.A.; GRAEBIN, G. J. Utilização da lavadora ultra-sônica na determinação da densidade dos sólidos de substratos. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34, 2013, Florianópolis. Ciência do Solo: Para que e para quem? Programa & Resumos. Florianópolis: Epagri e SBCS, 2013.

KLEIN, V. A.; SIOTA, T. A.; ANESI, A. L.; BARBOZA, R.. Propriedades físico-hídricas de substratos hortícolas comerciais. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v. 6, n. 3, p. 218-221. set-dez, 2000.

SANTOS, M. A.; RODRIGUES, J. J. V. Comparação entre as densidades da partícula de seis solos do estado de Pernambuco obtidas pelo método clássico do picnômetro com água e o método do balão volumétrico com álcool etílico. In: IX JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 9, 2009, Recife. IX Jornada de ensino, pesquisa e extensão, 2009.

SOUZA, F. X. Casca de arroz carbonizada. Um substrato para propagação de plantas. *Revista Lavoura Arrozeira*, Porto Alegre, v. 46, n. 406, p. 11. jan.-fev. 1993.

SUBSTRATO agrícola Tecnomax. Disponível em: <http://www.proagro.agr.br/index.php/ferticel-tecnomax>. Acesso em: 9 junho 2014.

VOGELMANN, E. S. *Ocorrência de hidrofobicidade em solos do Rio Grande do Sul*. 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Ciência do Solo) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

ZORZETO, T. Q. *Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.)*. 2011. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2011.