



SÉRIE SENAR AR/MT - 75

TRABALHADOR NA HORTICULTURA

TÉCNICAS DE PREPARO DE
SUBSTRATOS
PARA APLICAÇÃO EM HORTICULTURA
(OLERICULTURA E FRUTICULTURA)





SERVIÇO NACIONAL DE
APRENDIZAGEM RURAL

ADMINISTRAÇÃO REGIONAL DO MATO GROSSO

Normando Corral

PRESIDENTE DO CONSELHO ADMINISTRATIVO

Antônio Carlos Carvalho de Sousa

SUPERINTENDENTE

Juliano Muniz Calçada

GERENTE ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO

Otávio Bruno Nogueira Borges

GERENTE TÉCNICO



SÉRIE SENAR AR/MT - 75

TRABALHADOR NA HORTICULTURA

ISSN 1807-2720

ISBN 978-85-7776-082-4

TÉCNICAS DE PREPARO DE
SUBSTRATOS
PARA APLICAÇÃO EM HORTICULTURA
(OLERICULTURA E FRUTICULTURA)



ELABORADORES

Roberto Jun Takane

Engenheiro Agrônomo

Mestre em Fisiologia e Bioquímica Vegetal

Doutor em Produção Vegetal

Paulo Tadeu Vital de Siqueira

Engenheiro Agrônomo

Atelene Normann Kämpf

Bióloga

Mestre em Botânica

Doutora em Ciências Agrárias (Produção de Plantas Ornamentais)





Copyright (da 1ª Edição) 2009 by LK Editora e Comércio de Bens Editoriais e Autorais Ltda.

Série SENAR AR/MT – 75

Trabalhador na horticultura

Técnicas de preparo de substratos para aplicação em horticultura (olericultura e fruticultura)

PRODUÇÃO EDITORIAL

LK Editora e Comércio de Bens Editoriais e Autorais Ltda.

COORDENAÇÃO METODOLÓGICA – Leon Enrique Kalinowski Olivera e Sérgio Restani Kalinowski

COORDENAÇÃO TÉCNICA – Rafaella Nantua Evangelista Giordano e Maurício Júnio Gomes

REVISÃO GRAMATICAL E DE LINGUAGEM – Fabiana Ferreira da Costa e Shirley dos Santos Mendes

NORMATIZAÇÃO TÉCNICA – Rosa dos Anjos Oliveira

EDITORAÇÃO ELETRÔNICA – Carlos André e Licurgo S. Botelho

FOTOGRAFIA – Cidu Okubo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Takane, Roberto Jun.

Técnicas de preparo de substratos para aplicação em horticultura (olericultura e fruticultura) / Roberto Jun Takane, Paulo Tadeu Vital de Siqueira, Atelene Normann Kämpf. – Brasília (DF): LK Editora, 2009.

104 p. il.; 21 cm (Série SENAR AR/MT, ISSN 1807-2720; 75)

ISBN 978-85-7776-082-4

1. Substratos. 2. Horticultura. I. Siqueira, Paulo Tadeu Vital de. II. Kämpf, Atelene Normann. III. Título.

CDU 635

IMPRESSO NO BRASIL



S U M Á R I O

APRESENTAÇÃO	7
INTRODUÇÃO	9
TÉCNICAS DE PREPARO DE SUBSTRATOS PARA APLICAÇÃO EM HORTICULTURA (OLERICULTURA E FRUTICULTURA)	11
I CONHECER OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE SUBSTRATOS	14
II AVALIAR A QUALIDADE DE UM SUBSTRATO	17
1 Faça o teste preliminar de germinação	17
2 Avalie as propriedades físicas	23
3 Avalie as propriedades químicas	46
4 Avalie as propriedades biológicas	53
III PREPARAR AS MISTURAS	55
1 Conheça os componentes de uma mistura	55
2 Esterilize o substrato	59
3 Prepare a mistura	64
4 Armazene a mistura	77
IV ESCOLHER O SUBSTRATO CONFORME O RECIPIENTE	78
1 Entenda o teste da esponja	78
2 Verifique a retenção de água em vasos com diferentes alturas	80
3 Utilize o vaso adequado para o tipo de substrato	85



V UTILIZAR O SUBSTRATO NA HORTICULTURA	87
1 Utilize o substrato na olericultura	87
2 Utilize o substrato em fruticultura.....	91
VI MANEJAR A MUDA + SUBSTRATO NO CULTIVO	94
VII MANEJAR O SUBSTRATO DURANTE O CULTIVO	95
1 Faça a irrigação.....	96
2 Faça a adubação.....	98
VIII EVITAR ERROS FREQUENTES NO USO DE SUBSTRATOS	100
IX CONHECER AS VANTAGENS DO USO DE SUBSTRATOS	101
BIBLIOGRAFIA	103

A P R E S E N T A Ç Ã O

O SENAR – Administração Regional do Mato Grosso, após um levantamento de necessidades, vem definindo prioridades para a produção de cartilhas de interesse geral.

As cartilhas são recursos instrucionais de formação profissional rural e promoção social e, quando elaboradas segundo metodologia recomendada pela Instituição, constituem um reforço da aprendizagem adquirida pelos trabalhadores rurais após os cursos ou treinamentos promovidos pelo SENAR em todo o País.

Esta cartilha faz parte de uma série de títulos desenvolvidos por especialistas e é mais uma contribuição do SENAR AR/MT visando à melhoria da qualidade dos serviços prestados pela entidade.



I N T R O D U Ç Ã O

Esta cartilha, de maneira simples e ilustrada, trata de forma detalhada das operações imprescindíveis para o preparo de substratos para utilização em horticultura, desde os conhecimentos básicos sobre os substratos e a avaliação da sua qualidade, a preparação de misturas, a escolha do recipiente adequado para o uso do substrato, a utilização do insumo na horticultura, o seu manejo durante o cultivo, o conhecimento dos erros frequentes na sua utilização até as vantagens para a sua produção.

Contém informações tecnológicas sobre os procedimentos necessários para a execução das operações no momento preciso e na sequência lógica. Trata, também, de aspectos importantes para a preservação do meio ambiente, precauções para manter a saúde e a segurança do operador e de terceiros e de assuntos que possam interferir na melhoria da qualidade e produtividade do preparo de substratos para a horticultura.



TÉCNICAS DE PREPARO DE SUBSTRATOS PARA APLICAÇÃO EM HORTICULTURA (OLERICULTURA E FRUTICULTURA)

A tecnologia agrícola está cada vez mais presente no dia a dia dos produtores rurais e, no caso da horticultura, a produção de mudas está bem evidente.

Já é comum na produção de mudas de quase todas as espécies de hortaliças o uso de ambiente protegido, seja em estufas seja em telados. Juntamente com esta prática, o uso de fertilizantes de maior precisão com substratos de alta qualidade é técnica já difundida na maioria das produções agrícolas comerciais.



Canteiro de coentro



Canteiro de alface

Na fruticultura, especificamente no caso da citricultura, com as normas mais rígidas exigidas pelas principais Secretarias de Agricultura dos Estados produtores, é recomendado:



Produção de mudas de citros

- 1) O local de produção deve estar a mais de 20 metros de áreas de plantas cítricas.
- 2) Deve ser realizada em ambiente protegido com telados/malhas de, no máximo, 1 mm², com o objetivo de proteção contra insetos, sendo que os filmes plásticos devem ser checados constantemente.
- 3) O viveiro de mudas deve ser construído com antecâmara com pedilúvio e sistema de desinfecção de materiais utilizados no manejo do viveiro.



Vista da antecâmara do viveiro



- 4) A água de irrigação e os substratos devem ter qualidade controlada, sendo isentos de nematóides, fungos do gênero *Phytophthora* e outros patógenos e pragas.
- 5) As plantas matrizes, borbulhas e portas-enxertos, além de possuir boas características genéticas e origem conhecida, devem ser obtidas sob telados específicos.
- 6) As mudas devem ser produzidas sobre bancadas de concreto a 30 cm do chão, ou em vasos sobre o solo, protegido com uma camada de, pelo menos, 5 cm de pedra britada. Os recipientes para desenvolvimento das mudas devem ter, no mínimo, 10 cm de largura por 30 cm de altura.



Mudas de citros em recipientes de plástico

- 7) Os viveiros devem adotar medidas de prevenção contra cancro cítrico e outras doenças e pragas, como gomose, nematóides e Clorose Variegada dos Citros (CVC).
- 8) O citricultor consumidor dessas mudas deve ter acesso aos resultados de análise para detecção de fungos do gênero *Phytophthora*, nematóides e CVC.



I

CONHECER OS CONCEITOS BÁSICOS SOBRE SUBSTRATOS

Até pouco tempo, a produção vegetal era realizada exclusivamente no solo, independente do tamanho da área. Assim, durante muitos anos, desenvolveram-se conhecimentos e conceitos ligados à “Ciência do Solo”.

A produção de plantas em recipientes permitiu o aumento da produtividade e a padronização dos produtos pelo melhor controle das condições e fatores do crescimento vegetal. Por isso, tornou-se rentável, mesmo em pequenas áreas de cultivo. Mas, cultivar plantas em recipientes requer alguns cuidados diferentes daqueles do cultivo no solo. Hoje já se fala em uma “Ciência do Substrato”, dado o nível de complexidade e particularidades específicas do conhecimento envolvido nessa área. Portanto, para uma boa compreensão do assunto, é necessário conhecer alguns conceitos gerais.

O QUE É SUBSTRATO?

Substrato é o meio poroso onde se desenvolvem as raízes das plantas cultivadas fora do solo. Pode ser formado por um único material, como, por exemplo, o pó de coco ou a casca de pinus, ou pela mistura de dois ou mais materiais, como a casca de pinus + a vermiculita, a turfa + a casca-de-arroz etc.

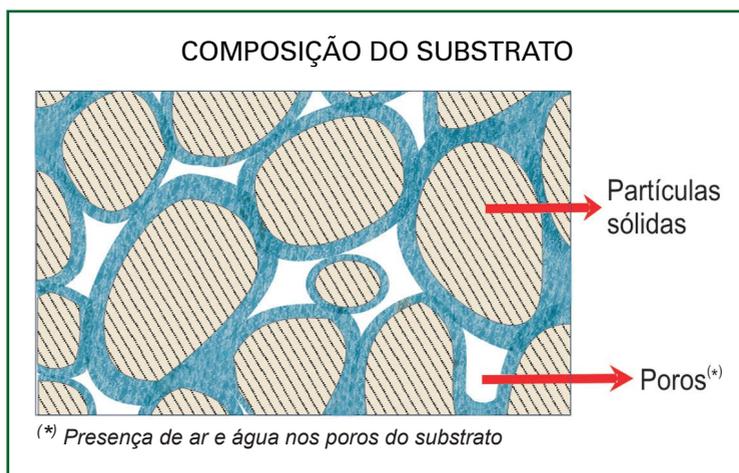


Vermiculita + turfa



SÓLIDOS E POROS

Ao observar qualquer substrato de perto, constata-se que este é formado por partículas com espaços entre elas. As partículas são denominadas de sólidos (S), enquanto os espaços são os poros (P). Há materiais onde os sólidos predominam, como na areia, por exemplo. Em outros ocorre o inverso, com mais poros do que sólidos, e um exemplo típico é o pó de coco.



O uso do substrato está ligado à relação entre os poros e os sólidos de cada material. Quantificar o volume de sólidos e poros é um método prático para se começar a compreender as propriedades do substrato e definir o seu manejo. Há métodos simples para essa quantificação, que podem ser realizados no galpão da propriedade. Servem, principalmente, para monitorar o manejo do substrato antes e durante seu cultivo. Entretanto, não substituem nem dispensam as análises oficiais preconizadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Nesta cartilha, será apresentado o método considerado exploratório, baseado na descoberta do matemático grego Arquimedes, há mais de dois mil anos: “quando se mergulha

um sólido em um copo com água, o nível da água sobe exatamente o mesmo volume do sólido mergulhado”.

Apesar da sua simplicidade, os resultados são indicativos úteis na tomada de decisões e monitoramento das práticas culturais.

MATERIAIS BÁSICOS

A origem das matérias-primas usadas na composição de um substrato pode ser:

- **Orgânica**

Exemplos: casca de pinus, casca-de-arroz, pó e fibra de coco.

- **Mineral**

Exemplos: vermiculita, perlita e argila expandidas, solo mineral, entre outros.

- **Sintética**

Exemplos: espuma fenólica e outras espumas.



Casca de pinus



Vermiculita



II

AVALIAR A QUALIDADE DE UM SUBSTRATO

Para prevenir e evitar problemas futuros, como a morte de plantas ou a germinação de plantas invasoras, é indicado avaliar previamente a qualidade dos substratos através de um teste de germinação, de preferência usando sementes de plantas reconhecidamente sensíveis à presença de agentes causadores de doenças.

***Atenção:** A espécie comercial de crista-de-galo (Celosia plumosa) é muito utilizada, pois é sensível a doenças causadas pelo *Pythium sp.* e pelo *Fusarium sp.*, que podem causar o problema denominado de tombamento (Dumping off).*

1 FAÇA O TESTE PRELIMINAR DE GERMINAÇÃO

Os testes de germinação são usados para avaliar a qualidade do substrato quanto à:

- presença de micro-organismos causadores de doenças;
- capacidade de retenção de água;
- presença de fermentação;
- existência de fontes propagadoras de plantas daninhas.

Os testes devem ser realizados antes de o substrato ser usado na produção, nos casos de:

- produtos recém-preparados;
- produtos armazenados;
- produtos adquiridos;
- sempre que a qualidade do substrato for duvidosa.

O local para a preparação do teste de germinação deve ser limpo, arejado e com boa iluminação.

1.1 REÚNA O MATERIAL

- amostra do substrato;
- bandejas;
- bandeja de 128 células;
- pazinha;
- peneira (0,5 cm de malha);
- pulverizador;
- sementes de crista-de-galo (*Celosia plumosa*) como uma alternativa.

1.2 ADQUIRA AS SEMENTES

As sementes de crista-de-galo devem estar em embalagem lacrada e serem adquiridas de um revendedor especializado, observando-se a data de validade.





1.3 PEGUE DOIS LITROS DO SUBSTRATO A SER TESTADO

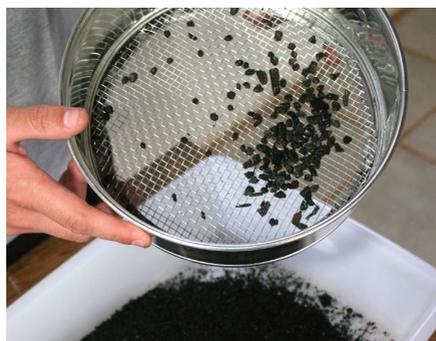
Caso o material a ser testado esteja ensacado, é necessário retirar a amostra na altura do centro da embalagem.

1.4 PENEIRE A AMOSTRA DO SUBSTRATO EM OUTRA BANDEJA



1.5 VERIFIQUE A QUANTIDADE DE MATERIAL RETIDO

Se o material retido sobre a peneira representar um volume igual ou superior a 25% do total peneirado, deve-se usar então uma peneira maior (1 cm de malha). Se for inferior a 25%, deve-se reduzir, manualmente, o diâmetro das partículas sólidas até que todas passem pela peneira. Se o material retido representar um volume igual ou inferior a 10% do total peneirado, deve ser descartado.



1.6 MOLHE O SUBSTRATO PENEIRADO

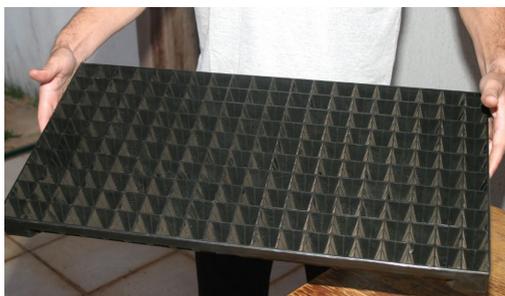


1.7 MISTURE O SUBSTRATO



1.8 PEGUE A BANDEJA DE 128 CÉLULAS

A bandeja deve ser nova, para evitar contaminação do recipiente e inadequada avaliação do substrato.



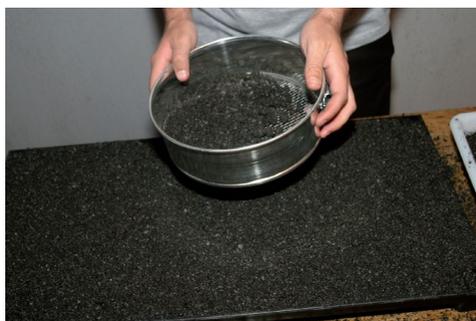
1.9 ENCHA A BANDEJA COM A AMOSTRA





1.10 SEMEIE

Apenas uma semente de crista-de-galo deve ser colocada em cada célula da bandeja.



1.11 CUBRA AS SEMENTES COM UMA FINA CAMADA DE SUBSTRATO



1.12 REGUE SUAVEMENTE



1.13 COLOQUE A BANDEJA SOBRE UM APOIO, BANCADA OU TRILHO

1.14 MANTENHA O SUBSTRATO ÚMIDO, REGANDO CONFORME A NECESSIDADE



1.15 OBSERVE OS RESULTADOS

Após quinze dias, observe o resultado:

- se houver o tombamento de mudinhas, há a presença de patógenos (organismos causadores de doença);
- se houver a ausência de germinação ou morte generalizada, há possíveis problemas químicos e/ou físicos no substrato.





2 AVALIE AS PROPRIEDADES FÍSICAS

As propriedades físicas estão relacionadas ao equilíbrio entre os volumes de sólidos, de ar e de água, necessário para se obter um bom resultado no crescimento das plantas.

2.1 DETERMINE O VOLUME DOS SÓLIDOS E DOS POROS

A operação a seguir dá uma ideia sobre a quantidade de sólidos e de poros que um determinado material apresenta em uma amostra de um litro. No presente método, a amostra é seca ao ar livre até que não exista mais vestígio de umidade no material. Na prática, os resultados assim obtidos são úteis para comparação entre componentes e suas misturas, assim como para a definição de seu uso e manejo.

Atenção: O valor exato seria obtido em uma amostra seca, em forno ou estufa, a 105 °C, conforme procedimentos de laboratório.

2.1.1 REÚNA O MATERIAL

- amostra de substrato;
- bandejas plásticas;
- caderneta de anotações;
- calculadora;
- canecas com capacidade exata de 1 litro;
- caneta ou lápis;
- cilindro graduado de 2.000 mL (deve apresentar escala máxima de 50 mL);
- pазinha;
- peneira de 0,5 cm de malha.

2.1.2 PREPARE A AMOSTRA

Para a realização do teste, a amostra do substrato deve estar seca e peneirada a fim de fornecer melhores resultados.

- a) Pegue dois litros de substrato



- b) Coloque o substrato em uma bandeja plástica



Para completar os dois litros de substrato, o operador deve acrescentar mais uma medida da caneca dentro da bandeja.

- c) Espalhe a amostra no fundo da bandeja



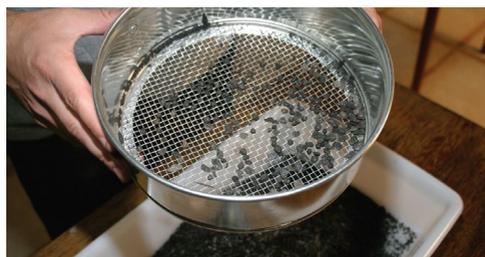
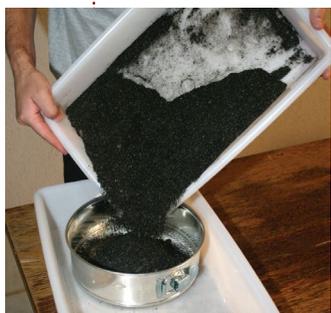
A amostra deve ser esparramada no fundo da bandeja, para se obter uma fina camada.



d) Deixe a amostra secar ao ar livre por 24 horas

O ambiente de secagem deve ser arejado e protegido.

e) Peneire a amostra seca sobre a outra bandeja



f) Verifique o material retido sobre a peneira



2.1.3 COLOQUE UM LITRO DE ÁGUA EM UM CILINDRO GRADUADO DE 2.000 ML



2.1.4 ENCHA A CANECA DE UM LITRO COM A AMOSTRA SECA E PENEIRADA

A caneca deve ser específica para a manipulação do substrato.



2.1.5 DERRAME LENTAMENTE A AMOSTRA DE SUBSTRATO DENTRO DO CILINDRO GRADUADO

O substrato deve ser derramado lentamente para evitar respingos.



O operador deve aguardar a amostra ficar imersa na água para fazer a leitura do nível alcançado pela água.

2.1.6 LEIA O NÍVEL ALCANÇADO PELA ÁGUA



2.1.7 ANOTE O RESULTADO

O resultado deve ser anotado de acordo com a Tabela 1.



Exemplo: 1.440 mL

Tabela 1 – Modelo de formulação para a verificação do volume dos sólidos e dos poros

Nome da amostra	Volume da amostra (a)	Volume inicial da água (i)	Volume final da água (f)	Volume de sólidos (S)	Volume de poros (P)
				(S) = (f) – (i)	(P) = (a) – (S)
Solo arenoso	1.000 mL	1.000 mL	1.790 mL	790 mL	210 mL
Casca-de-arroz carbonizada	1.000 mL	1.000 mL	1.200 mL	200 mL	800 mL
Minha amostra	1.000 mL	1.000 mL	1.440 mL	440 mL	560 mL

***Atenção:** Este teste não se aplica à fibra ou ao pó de coco, porque a amostra destes materiais aumenta de volume no contato com a água.*

Os valores da linha “minha amostra” correspondem ao teste realizado com o substrato para esta cartilha. Caso o produtor esteja interessado em determinar a proporção de sólidos e poros de seu substrato, pode utilizar uma tabela similar para interpretar os resultados.

2.1.8 CALCULE A RELAÇÃO POROS/SÓLIDOS

De acordo com a Tabela 1, os resultados foram:



Exemplo 1: Solo arenoso apresenta 79% de sólidos e 21% de poros; a relação P/S é de: $21/79 = 0,26$.

Exemplo 2: Casca-de-arroz carbonizada apresenta 80% de poros e 20% de sólidos; a relação P/S é de: $80/20 = 4$.

Minha amostra: 44% de sólidos e 56% de poros; a relação P/S é de $56/44 = 1,27$.

Tabela 2 – Valores já conhecidos da relação P/S para alguns componentes de substratos

Materiais	Valor P/S
Solo arenoso	0,26
Areia média	0,4
Solo mineral "ideal" (valor teórico)	1,0
Turfa preta	1,9
Turfa vermelha	3,5
Casca-de-arroz carbonizada	4,0
Fibra de coco (teste realizado em laboratório)	19,0

2.1.9 INTERPRETE O RESULTADO

O solo agrícola ideal é formado por 50% de sólidos e 50% de poros, com a relação $P/S = 1$.

Em geral, materiais minerais naturais (sem passar pelo processo artificial de expansão) apresentam valores de $P/S < 1$. Pela expansão em altas temperaturas, os componentes minerais, como a argila, a vermiculita e a perlita, aumentam de volume devido à formação de poros no interior das partículas sólidas. Em matérias-primas indicadas para uso na composição de substratos, a relação P/S encontra-se, geralmente, acima de 3.

2.2 VERIFIQUE A CONSISTÊNCIA DA AMOSTRA ÚMIDA

Consistência é o termo usado para designar a propriedade de coesão entre partículas na amostra úmida.

As partículas sólidas de um substrato podem apresentar formas e tamanhos diferentes. Partículas maiores tendem a formar poros maiores, portanto, misturando partículas grandes com pequenas, estas tendem a ocupar os espaços vazios, reduzindo, assim, o tamanho dos poros; e partículas finas funcionam como agentes agregantes na mistura.



Variação da forma e do tamanho das partículas

Na Tabela 3, propõe-se uma classificação do tamanho das partículas sólidas, seguindo o padrão mercadológico praticado para a casca de pinus e para o carvão vegetal.

Tabela 3 – Classificação das partículas sólidas para a casca de pinus e o carvão vegetal

Classes de partículas	Diâmetro (cm)
Grossa	> 1,5
Média	< 1,5 > 0,1
Fina	< 0,1

Entre as partículas finas, os colóides são as de menor tamanho (iguais ou menores que 0,0002 cm de diâmetro). Um substrato pode conter colóides minerais, como a argila, e/ou orgânicos, como o húmus.

A presença de colóides no substrato influencia suas propriedades químicas e físicas. Um substrato sem partículas agregantes não forma um bom “torrão”, o que é limitante em bandejas celulares e em sacos plásticos. Entretanto, o excesso dessas partículas finas dificulta a drenagem, podendo causar a falta de oxigênio para as raízes das plantas.

2.2.1 REÚNA O MATERIAL

- amostra de substrato;
- bandeja;
- pulverizador.

2.2.2 PEGUE UM PUNHADO DO SUBSTRATO



2.2.3 UMEDEÇA A AMOSTRA



2.2.4 AMASSE A AMOSTRA NA PALMA DA MÃO





2.2.5 ABRA A PALMA DA MÃO

2.2.6 OBSERVE A AMOSTRA

O resultado pode ser interpretado de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Interpretação dos resultados do teste de consistência

Resultados	Interpretações
Não formou “bolinho” na palma da mão	Material com pouca ação agregante. Esboroa facilmente.
Formou “bolinho” na palma da mão	Material com ação agregante, com a presença de partículas finas.

Caso haja a formação de um “bolinho”, deve-se prosseguir na observação, da seguinte forma:

- 1) Pressione o “bolinho” com o dedo
- 2) Observe a amostra





Tabela 5 – Interpretação do resultado da amostra que formou “bolinho”

Resultados	Interpretações
“Bolinho” se desmancha com a pressão do polegar	Presença média a baixa de partículas finas.
O polegar afunda no “bolinho” que não se desmancha	Grande presença de partículas finas.

3) Pressione a amostra novamente



4) Esfregue uma pequena porção entre os dedos indicador e polegar



5) Observe se a amostra sujou os dedos, deixando a sensação de oleosidade.

Se a amostra sujou os dedos, é porque há a presença de partículas finas.





2.3 DETERMINE A DENSIDADE

Densidade é a relação entre a massa (peso) e o volume do substrato expressa em kg/m^3 ou g/L . Há diversas formas para se determinar a densidade. A forma descrita a seguir dá uma ideia de quanto pode pesar um litro de substrato com a umidade presente em um dado momento. Um litro de substrato à base de solo mineral e composto de lixo urbano, por exemplo, pode pesar entre 800 e 950 g (seco) ou até 1.500 g (úmido); um litro de areia pode pesar de 1.400 a 1.700 g (seca) ou até 2.000 g (úmida).

Com exceção da areia, os materiais de densidade mais alta geralmente apresentam predomínio de partículas finas. As altas densidades podem representar uma maior resistência à expansão das raízes no substrato.

As baixas densidades estão relacionadas com materiais de maior porosidade, importantes na composição de misturas para uso como substrato. A vermiculita, por exemplo, tem uma densidade aproximada de 70 g/L , o pó de coco pesa entre 80 e 100 g e a casca-de-arroz carbonizada cerca de 200 g/L .

Em substratos comerciais já ensacados, não é raro uma amostra do terço superior do saco ter densidade mais baixa do que uma amostra do terço inferior da mesma embalagem; isto acontece porque a umidade presente, mesmo sendo baixa, pode se acumular na parte inferior do saco, por gravidade. Por isso, a amostra a ser analisada deve ser preparada da mesma forma como aquela que foi usada na determinação do valor de P/S, sem vestígio de umidade presente.

Sob o ponto de vista prático, substratos mais densos exigem bancadas mais firmes durante o cultivo, bem como mais força física do viveirista para o deslocamento e transporte dos recipientes.



A adequação dos valores de densidade para o substrato varia conforme a fase de cultivo e o recipiente empregado. Em geral, recipientes mais rasos, usados na formação inicial das mudas, devem receber substratos mais leves, enquanto os substratos mais densos são mais usados em recipientes altos, com plantas perenes já adultas ou em fase de crescimento.

2.3.1 REÚNA O MATERIAL

- balança com capacidade de até 2 kg e escala mínima de 5 g;
- bandejas;
- caneca com capacidade exata de 1 litro;
- caneta;
- caderneta de anotações;
- peneira de 0,5 cm de malha.

2.3.2 PREPARE A AMOSTRA

Para a realização do teste, a amostra de substrato deve estar seca e peneirada a fim de fornecer resultados corretos.

a) Pegue o substrato a ser analisado

b) Peneire a amostra





c) Espalhe a amostra no fundo da bacia



d) Deixe a amostra secar ao ar livre por 24 horas



O ambiente de secagem deve ser arejado e protegido.



2.3.3 LIGUE A BALANÇA



2.3.4 TARE A BALANÇA COM A CANECA DE 1 LITRO

Caso a balança não possa ser zerada para descontar o peso da caneca, o operador deve pesar a caneca e anotar o resultado para posteriormente descontar este valor do peso total (substrato + caneca) e achar o peso real, ou seja, apenas o peso do substrato.

2.3.5 ENCHA A CANECA COM UM LITRO DE SUBSTRATO SECO E PENEIRADO



2.3.6 PESE O SUBSTRATO

Exemplo:
451 gramas.



2.3.7 CALCULE A DENSIDADE

A densidade é calculada usando-se a seguinte fórmula:

$$d = m / v$$

Onde:

d = densidade, que é dada em g/L; no presente exercício, a densidade é considerada “seca ao ar”;

m = massa, que é dada em g; a densidade “seca ao ar” corresponde à massa (peso) do substrato contendo um pouco de umidade, não determinada;

v = volume, que é dado em L.

Exemplo: d = 451 g/L.





Um saco contendo 50 litros de substrato vai pesar cerca de 22,5 kg, o que deve ser levado em conta na hora de transportar o produto. Para cultivos com 10 plantas/m², em vasos de 1 litro, enchidos com esse substrato, a bancada deve ter a resistência mínima de 10 kg/m².

2.4 AVALIE A CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA E O ESPAÇO DE AERAÇÃO

A capacidade de retenção de água (CRA), também conhecida como capacidade de recipiente (CRec), refere-se ao máximo volume de água que fica no substrato, após a livre drenagem. Essa característica afeta profundamente a frequência de irrigação, uma vez que esta depende da presença e do tamanho dos poros no substrato. É na água retida no substrato que se encontram dissolvidos os nutrientes disponíveis para as raízes da planta.

O método descrito a seguir apresenta uma forma prática para avaliar a retenção de água diretamente no vaso de cultivo. Os resultados de um mesmo substrato variam conforme o tamanho do vaso usado. Para avaliar materiais com grande volume de partículas e com granulometria grossa, o método pode ser adaptado usando-se peneiras de malhas maiores (1 ou 2 cm, conforme o caso).

2.4.1 REÚNA O MATERIAL

- amostra de substrato;
- balança;
- balde de plástico;
- bandejas;
- caderneta;
- caneca de 1 litro;
- caneta;
- peneira de 0,5 cm de malha;
- suporte para vaso;
- vaso.

2.4.2 PREPARE A AMOSTRA

Esta atividade deve ser realizada dentro do galpão ou em outra área protegida do tempo (chuva, vento e sol direto). Não devem ser usadas bancadas dentro da estufa junto com as plantas em cultivo, onde, em geral, a umidade do ar é mais alta. O preparo da amostra alcança melhor resultado quando realizado em dias quentes, com baixa umidade relativa do ar.

Se o material a ser analisado representa um produto comercial ensacado, deve-se evitar tomar a amostra da parte superior ou da inferior do saco; o material deve ser bem misturado, homogêneo e destorroado.

- a) Pegue dois litros de substrato



- b) Coloque o substrato em uma bacia plástica

Para completar os dois litros de substrato, o operador deve acrescentar mais uma medida da caneca dentro da bacia.





c) Espalhe a amostra no fundo da bacia

A amostra deve ser espalhada para se obter uma fina camada.



d) Deixe a amostra secar ao ar livre por 24 horas

O ambiente de secagem deve ser arejado e protegido.

e) Peneire a amostra sobre outra bacia



f) Verifique o material retido na peneira

Se o material retido sobre a peneira representar um volume igual ou superior a 25% do total peneirado, deve-se usar então uma peneira maior (1 cm de malha). Se for inferior a 25%, deve-se reduzir, manualmente, o diâmetro das partículas sólidas até que todas passem pela peneira. Se o material retido representar um volume igual ou inferior a 10% do total peneirado, pode ser descartado.



2.4.3 ENCHA A CANECA DE UM LITRO COM A AMOSTRA SECA E PENEIRADA



2.4.4 COLOQUE A AMOSTRA NO VASO



2.4.5 PESE O VASO COM A AMOSTRA





2.4.6 ANOTE O PESO COMO P1

P1 = amostra (seca) + vaso

Exemplo:
487 gramas

2.4.7 SATURE A AMOSTRA COM ÁGUA

O vaso deve ser saturado lentamente com água para que todos os poros do substrato sejam enchidos. O tempo para atingir a saturação varia conforme o tipo de material. Alguns saturam em poucos minutos, outros demoram mais.



a) Coloque o vaso com o substrato dentro do balde vazio

b) Coloque água no balde

A água deve ser colocada cuidadosamente até atingir a marca de dois dedos abaixo da borda do vaso.





c) Espere até a água encharcar todo o substrato

O indicativo de encharcamento é o brilho aparente na superfície do substrato.



d) Retire o vaso do balde

O vaso deve ser retirado do balde sem ser inclinado, para não derramar mais água do que seria drenada na exata posição vertical. Se inclinar o vaso, vai drenar um volume maior de água, modificando o resultado.



2.4.8 COLOQUE O SUBSTRATO PARA DRENAR

O vaso é colocado para drenar sobre um estrado ou grade horizontal, sempre com cuidado de não incliná-lo, de forma que fique pingando livremente a água. A drenagem estará completa quando, na mesma posição, o vaso não mais gotejar. O tempo irá depender da mistura dos substratos, mas uma média de 3 a 5 minutos pode ser suficiente.



2.4.9 PESE O VASO COM O SUBSTRATO DRENADO

Após a drenagem, o vaso deve ser pesado.



a) Coloque o vaso na balança, sem incliná-lo



b) Anote o resultado

$P2 = \text{amostra} + \text{vaso} + \text{água}$

$P2 = 785 \text{ gramas}$

Comparando os valores de P1 e P2, observa-se que a diferença está relacionada à água retida no substrato depois da drenagem. Se o processo de saturação foi lento e bem feito, entrando água apenas pelos furos basais do vaso, então o valor medido corresponde ao máximo volume de água que aquele substrato, naquele vaso, pode reter. A mesma amostra, em vasos maiores, pode ter valores relativos menores (drena mais) e, em vasos mais rasos, valores relativos maiores. Esse resultado auxilia o produtor a definir a quantidade de água a usar na irrigação de cada vaso.

2.4.10 CALCULE O VOLUME DA ÁGUA RETIDA OU A CAPACIDADE DE RECIPIENTE

Lembre-se:

$P1 = \text{amostra (seca) + vaso}$

$P2 = \text{amostra + vaso + água}$

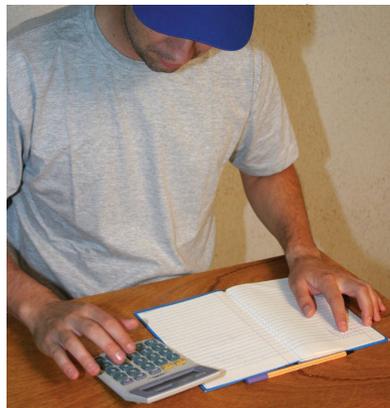
$C_{Rec} = P2 - P1$

$C_{Rec} = 785 \text{ g} - 487 \text{ g} = 298 \text{ g}$

Como: $1 \text{ grama de água} = 1 \text{ mL}$

Então: 298 g são equivalentes a 298 mL de água.

$C_{Rec} = 298 \text{ mL/L}$ ou 30% do volume



2.4.11 CALCULE O ESPAÇO DE AERAÇÃO

Este teste também permite determinar o espaço de aeração (EA), que é o volume de poros ocupados por ar quando o substrato está em capacidade de recipiente (C_{Rec}). No manejo da irrigação, sabe-se que este será o menor volume de ar disponível naquele substrato, naquele vaso.

$EA = P(*) - C_{Rec}$

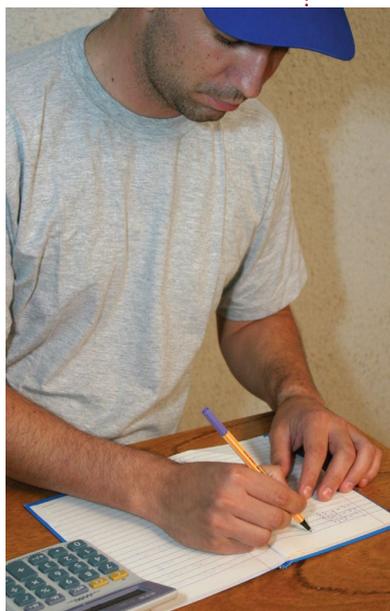
$EA = 560 - 300 = 260 \text{ mL}$

$EA (\% \text{ volume}) = (P - C_{Rec}) / 10$

$EA = 260 / 10$

$EA = 26\%$

(*) $P = \text{volume de poros desta amostra calculado no teste P/S. (Tabela 1)}$



Na Tabela 6, há exemplos de C_{Rec} e EA já conhecidos para alguns componentes de substratos (materiais secos ao ar livre).

Tabela 6 – Exemplos de capacidade de recipiente (CRec) e espaço de aeração (EA) de alguns materiais

Materiais	CRec (%vol)	EA (%vol)
Casca de pinus	24	39
Solo mineral franco	36	10
Turfa preta	50	22
Casca-de-arroz carbonizada	20	64

Legenda:

CRec = capacidade de recipiente

EA = espaço de aeração

2.4.12 INTERPRETE O RESULTADO

As propriedades de retenção de água e de arejamento do substrato são características determinadas pelo tamanho dos poros no material. Os poros podem ser grandes, médios ou pequenos (macro, meso e microporos), e exercem funções diferentes.

Os poros grandes, por não conseguirem reter água depois da drenagem, estão relacionados diretamente com a aeração do substrato, sendo os responsáveis pelas trocas gasosas entre o substrato e a atmosfera.

Os poros médios são os responsáveis pelo fluxo de água disponível à planta.

Os poros pequenos retêm a água de acesso mais difícil à planta. Em caso de necessidade, as plantas até podem absorver essa água, mas com gasto de energia.

O tamanho dos poros sofre influência direta do manejo do substrato. Por exemplo, se houver compactação do substrato, poros grandes reduzem o seu tamanho, diminuindo a aeração e aumentando a retenção de água.

3 AVALIE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS

O valor de pH e a condutividade elétrica são as propriedades químicas mais importantes a serem avaliadas antes do uso do substrato e devem ser monitoradas durante o cultivo das plantas.

O pH representa o grau de acidez do substrato. Está relacionado com o crescimento das plantas, porque afeta a disponibilidade dos nutrientes e alguns processos fisiológicos. É prática usual, em substratos, avaliar o pH em uma solução de água: na caracterização de materiais novos, a água deve ser destilada ou deionizada; no monitoramento durante o cultivo das plantas, a água deve ser a mesma usada na irrigação.

Existem vários métodos para determinar os valores de pH e de condutividade elétrica (EC). A maior variação entre os métodos consiste nas diferentes proporções usadas entre o volume da amostra analisada e o volume da água. Entre os mais utilizados estão os métodos 1:1 (pasta saturada), 1:2, 1:5 e o método denominado “lixiviado” ou *pour through*. Os resultados obtidos pelos métodos citados variam muito nos valores EC.

Na presente cartilha, optou-se por apresentar o método lixiviado, pela vantagem de poder ser utilizado no monitoramento durante o cultivo, sem destruir a planta ou interferir no vaso.

***Atenção:** O método 1:5 está sendo indicado como método padrão de análise laboratorial de substratos para fins comerciais e fiscalização pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).*



3.1 REÚNA O MATERIAL

- água utilizada na irrigação;
- amostra de substrato;
- balde;
- condutivímetro;
- copo;
- copo graduado;
- pazinha;
- pHmetro;
- suporte para vaso;
- vaso.

3.2 PREPARE A SOLUÇÃO A SER ANALISADA

A amostra de substrato deve estar no vaso a ser utilizado na produção. Para monitorar o valor de pH durante o cultivo, toma-se um vaso com planta como amostra repetindo-se a observação em, pelo menos, três vasos.

Atenção: Para análise mais detalhada, é recomendado o uso de água destilada, tanto para a leitura do pH quanto para a leitura da EC.

3.2.1 PEGUE UM VASO COM O SUBSTRATO



3.2.2 COLOQUE O VASO DENTRO DO BALDE



3.2.3 COLOQUE ÁGUA NO BALDE



3.2.4 AGUARDE QUE A SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO FIQUE SUBMERSA NA ÁGUA

A amostra do substrato deve permanecer nesta condição por 24 horas.



3.2.5 RETIRE O VASO DO BALDE



3.2.6 DEIXE O VASO ESCORRER





3.2.7 COLOQUE O VASO SOBRE O COPO GRADUADO



3.2.8 COLOQUE 100 ML DE ÁGUA SOBRE O SUBSTRATO



3.2.9 COLETE A ÁGUA DRENADA NO COPO GRADUADO



3.2.10 TRANSFIRA A ÁGUA COLETADA PARA O COPO

3.3 LEIA O VALOR DO PH

Os valores de pH, para algumas espécies e para alguns substratos, são mostrados nas Tabelas 7 e 8, respectivamente.

Exemplo:
pH = 5,8



Tabela 7 – Faixa recomendada de pH (em água) para algumas plantas cultivadas

Planta	Faixa de pH recomendada
Alface, chicória e outras folhosas (<i>Asteraceas</i>)	5,5 a 6,2
Tomates, Pimentões e outras <i>Solanaceas</i>	5,5 a 6,2
Citros (mudas)	5,5 a 6,5

Tabela 8 – Faixas de pH de alguns materiais utilizados nos substratos

Substrato	Faixa de pH
Areia lavada	6,0 a 6,5
Casca-de-arroz carbonizada	6,5 a 7,5
Casca de pinus	3,5 a 5,0
Espuma fenólica	6,0 a 6,5
Húmus de minhoca	6,5 a 7,0
Perlita expandida	6,5 a 7,5
Turfa fibrosa	4,0 a 4,5
Turfa preta	3,0 a 3,3
Vermiculita expandida	7,5 a 8,5

3.4 LEIA O VALOR DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA

A condutividade elétrica (CE ou EC) é uma medida usada para avaliar a salinidade do substrato. Quando o valor for muito alto, ocorre perda de água pelas raízes, podendo ocasionar manchas ou queima visíveis na folhas.

Seguindo o método lixiviado na determinação do valor EC, é utilizada a mesma solução preparada para a leitura do pH. A unidade de medida do EC é o Siemens (S) e a forma de leitura é mS/cm ou dS/m.

Nosso exemplo: Valor EC = 3,62 mS/cm.

Conforme a Tabela 10, este valor se encontra na faixa considerada “normal”, correspondendo de 0,76 a 1,25 no método 1:2.

As informações sobre os valores referenciais devem ser verificadas com bastante atenção, pois dados publicados em diferentes fontes podem variar para um mesmo substrato. Tal variação se deve aos métodos de análise que empregam diferentes proporções entre a amostra e a água para a extração (1:1; 1:2,5; 1:5; 1:10).

As plantas apresentam diferentes níveis de sensibilidade à salinidade do substrato. O monitoramento do valor EC no substrato durante o cultivo previne perdas na qualidade das plantas.

Exemplo:
3,62 mS/cm



Na Tabela 9, observa-se a classificação das plantas de acordo com a sua sensibilidade à concentração salina da adubação no vaso, avaliada pelo peso dos sais nutrientes a serem acrescentados no substrato (como adubação de base) ou na água, como fertirrigação (uma vez por semana). Os valores mais baixos se referem a plantas mais jovens, com menor demanda em sais e maior sensibilidade.

Tabela 9 – Classificação de grupos de plantas quanto à exigência nutricional e sensibilidade à salinidade

Classificação das plantas	Exigência nutricional	Sensibilidade à salinidade	Salinidade inicial no substrato com adubação	Concentração de solução fertilizante na água
			g de sais/L de substrato	g de adubo/L de água
GRUPO A				
Mudas de citros, tomate e pimentão	Elevada	Média	1,5 a 2,5	3 a 6
GRUPO B				
Mudas de alface e chicória	Média	Média	1,0	1 a 2

Tabela 10 – Interpretação de valores de condutividade elétrica (em dS/m a 25 °C) para vários métodos de extração (Cavins et al., 2000)

Método de extração				Indicação
1:5	1:2	Extrato de pasta saturada	Lixiviado* (pour through)	
0 a 0,11	0 a 0,25	0 a 0,75	0 a 1,0	Muito baixo – o nível de nutrientes pode não ser suficiente para sustentar um rápido crescimento.
0,12 a 0,35	0,26 a 0,75	0,76 a 2,0	1,0 a 2,6	Baixo – adequado para <i>seedlings</i> , forrações anuais e plantas sensíveis à salinidade.
0,36 a 0,65	0,76 a 1,25	2,0 a 3,5	2,6 a 4,6	Normal – faixa padrão para a maioria das plantas em crescimento (limite superior para as sensíveis à salinidade).
0,66 a 0,89	1,26 a 1,75	3,5 a 5,0	4,6 a 6,5	Alto – vigor reduzido e crescimento podem ocorrer, especialmente, durante épocas quentes.
0,9 a 1,10	1,76 a 2,25	5,0 a 6,0	6,6 a 7,8	Muito alto – pode resultar em danos devido à dificuldade de absorção de água, assim como em crescimento reduzido. Os sintomas incluem queima das bordas das folhas e murcha.
> 1,10	> 2,25	> 6,0	> 7,8	Extremo – a maioria dos cultivos sofrerá injúrias a esses níveis. A lixiviação imediata torna-se necessária.

Se forem detectados altos valores de EC na matéria-prima não adubada, recomenda-se encaminhar a amostra para um laboratório de análises de confiança do produtor, para um estudo mais detalhado.

4 AVALIE AS PROPRIEDADES BIOLÓGICAS

Nem todos os organismos presentes no substrato são benéficos. Juntamente com os componentes do substrato, podem existir pragas como os nematóides, os ácaros e também micro-organismos que podem causar doenças e até mesmo a própria morte das plantas.

4.1 VERIFIQUE A PRESENÇA DE PLANTAS INDESEJADAS

Na escolha do material para o substrato, deve-se cuidar para que não haja sementes ou partes de plantas (rizomas, estolhos ou bulbos) que possam causar problemas ou danos ao cultivo.

Plantas indesejadas competem por nutrientes, água e espaço com a planta em cultivo, fazendo com que haja aumento de custos em operações de controle.



Trevo como planta indesejada

4.2 VERIFIQUE A PRESENÇA DE PRAGAS E/OU AGENTES PATOGENICOS

A preocupação com a sanidade do substrato inicia-se com a seleção de componentes isentos de doenças e/ou pragas. Mesmo assim, materiais mantidos ao ar livre ou em contato direto com o solo podem ser contaminados.

Ao adquirir embalagens comerciais, deve-se verificar se há ovos, larvas ou insetos voadores, porque a presença de pragas e/ou agentes patogênicos é um grande complicador no uso do substrato. Trata-se de um problema normalmente pouco visível, mas que pode causar grandes perdas no cultivo, por isso, o teste preliminar de germinação é de muita utilidade, evitando preventivamente os prejuízos.

III

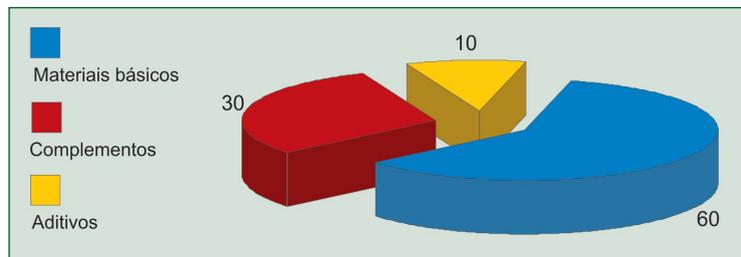
PREPARAR AS MISTURAS

Quando o componente a ser utilizado como substrato apresenta uma ou mais características fora dos padrões desejáveis, o procedimento recomendado é adicionar outros componentes que possam melhorar tais características. Na escolha dos componentes, é importante identificar suas propriedades e funções na mistura.

***Alerta ecológico:** O xaxim é proveniente da samambaiçu, planta que está em risco de extinção, por isso os produtores não devem utilizá-lo, contribuindo, assim, para a preservação dessa espécie.*

1 CONHEÇA OS COMPONENTES DE UMA MISTURA

Os componentes usados na formação de um substrato são classificados como materiais básicos, complementos e aditivos.



MATERIAIS BÁSICOS

Os materiais básicos dão estrutura ao substrato e, geralmente, correspondem à fração de 50% a 60% do volume da mistura.

Os materiais básicos podem ser identificados como:

Consagrados: em geral, são aqueles disponíveis comercialmente, com distribuição nacional, como a turfa (fibrosa – marrom e vermelha –, de esfagno etc.), a casca de pinus, a fibra e o pó de coco.



Mudas de citros em substrato de turfa



Substrato de casca de pinus



Substrato de fibra de coco



Alternativos: são característicos de cada polo produtor, mostrando particularidades regionais. São exemplos: a casca de acácia negra, os produtos de compostagem (fibrosos), o engace de uva, a palha de carnaúba, os caroços de açaí, a casca de amendoim, o capulho de algodão e a casca-de-arroz.

COMPLEMENTOS

Os complementos são os materiais selecionados com a função de melhorar as propriedades dos materiais básicos. O critério de seleção deve ser baseado na análise de cada componente. Os complementos são usados normalmente em quantidades de 30% a 40% do volume da mistura. São exemplos de complementos: a casca-de-arroz carbonizada, a vermiculita, a perlita e os produtos de compostagem.



Substrato de casca-de-arroz carbonizada



Vermiculita

ADITIVOS

Os aditivos são os componentes opcionais, adicionados à mistura em pequenas quantidades, mas com funções definidas. São exemplos de aditivos: adubos (orgânicos, inorgânicos – prontamente solúveis, lentamente solúveis, de liberação lenta –, adicionados para prover nutrientes na fase inicial do plantio), aceleradores de crescimento (em determinadas fases do cultivo), umectantes (aumentam a capacidade de retenção de água) e biocontroladores (organismos vivos – antagonistas a determinadas pragas – e biocidas).



Bokashi (farelo fermentado com micro-organismos benéficos)



Adubo “cote” (granulado com revestimento de resinas solúveis em água)



2 ESTERILIZE O SUBSTRATO

A esterilização é uma prática recomendada quando se desconfia da qualidade fitossanitária do material, como a presença de doenças, pragas ou plantas indesejadas.

2.1 UTILIZE OS MÉTODOS FÍSICOS

Os métodos físicos se enquadram entre os de mais fácil manejo e são os menos agressivos ao meio ambiente. Consistem no uso de altas temperaturas para o controle desejado do substrato. Conforme o organismo a ser eliminado, a temperatura deve atingir:

- 65 °C – larvas de insetos;
- 70 °C – fungos e nematóides;
- 80 °C – sementes de ervas daninhas.

2.1.1 UTILIZE O MÉTODO DA SOLARIZAÇÃO

Este método físico consiste no aquecimento do substrato através da energia solar.

Em períodos ou regiões de baixa insolação, esta prática pode não alcançar os resultados desejados.

a) Reúna o material

- areia lavada;
- enxada;
- filme plástico transparente de 6 x 12 metros x 100 micras;
- fita adesiva;
- pá grande;
- sacos plásticos;
- substrato.



b) Escolha a área

A área escolhida deve ser plana, aberta e, no mínimo, 100 m distante do local de produção.



c) Estenda o filme plástico na superfície do local escolhido



d) Tape os furos com uma fita adesiva



e) Espalhe o substrato no plástico

O substrato deve ser espalhado uniformemente, de maneira que ocupe metade da superfície total.



Atenção: Ao espalhar o substrato sobre o plástico, o operador deve tomar cuidado para não cortar a lona com a lâmina da enxada.





f) Cubra todo o substrato com a outra metade do filme plástico



g) Sele as bordas espalhando a areia lavada



h) Calce as bordas da lona com pedras



i) Deixe o substrato nestas condições por, no mínimo, 25 dias

j) Retire as pedras das bordas da lona



k) Abra a lona



l) Junte o substrato



m) Recolha o substrato em sacos plásticos



Atenção: Os pés e as botas devem ser lavados em uma solução de 20% de água sanitária, para evitar contaminação do substrato.



- n) Armazene os sacos plásticos com o substrato em local apropriado

2.1.2 UTILIZE O MÉTODO DO VAPOR D'ÁGUA

Outro tipo de método físico consiste na esterilização utilizando o calor do vapor d'água.



Visão da caldeira a lenha

Trata-se de um método eficiente, porém necessita de uma fonte de calor, como uma caldeira a lenha ou a gás.



Esterilização em canteiro suspenso

Para preservar o calor, o material deve ser coberto com uma lona e ficar em contato com o vapor d'água durante 30 minutos.



2.2 UTILIZE O MÉTODO QUÍMICO

A utilização do método químico requer cuidados específicos por usar produtos que podem causar reações indesejáveis ao operador, mas apresenta resultado satisfatório. O produto denominado Dazomet vem sendo utilizado em substituição ao brometo de metila. Informações técnicas podem ser adquiridas junto a um profissional competente.

Precaução: *Ao utilizar produtos químicos, o operador deve usar os equipamentos de proteção individual (EPIs) e seguir todas as instruções do fabricante, para evitar contaminações.*

2.3 UTILIZE O MÉTODO COMBINADO

Este método enriquece o substrato com micro-organismos benéficos, associados a uma fonte de matéria orgânica rica em nitrogênio, como o farelo de algodão. Portanto, não representa uma esterilização propriamente dita.

Os micro-organismos agem sobre a matéria orgânica, onde ocorre a fermentação, liberando calor, que é suficiente para a eliminação dos agentes causadores de doenças.

Atenção: *A perlita, a vermiculita e a casca-de-arroz carbonizada, que ainda não foram utilizadas, dispensam a esterilização, pois no processamento dessas matérias são utilizadas temperaturas elevadas.*

3 PREPARE A MISTURA

O preparo de um bom substrato requer conhecimentos sobre as características de cada um dos componentes, tempo para investigar os materiais menos conhecidos, objetividade para tomar as decisões e paciência para testar as misturas realizadas.

3.1 SELECIONE OS MATERIAIS

As matérias-primas disponíveis para a elaboração de substratos variam muito entre as diversas regiões. Dificilmente uma matéria-prima apresenta todas as propriedades ideais para o uso como substrato. A caracterização de cada componente indica suas vantagens e limitações. Com base nesse conhecimento, a seleção de materiais a serem usados na mistura busca corrigir as deficiências de cada componente. Formar misturas sem a criteriosa seleção dos materiais pode gerar insatisfação com o substrato resultante.

Tabela 11 – Exemplos de seleção de materiais para objetivos definidos

O que tenho?	O que preciso?	O que acrescentar?	Exemplos de mistura (% de volume)
Materiais fibrosos	Aumentar a densidade e a retenção de água	Partículas finas e densas	70% de turfa marrom + 30% de turfa preta
Materiais com alta densidade	Diminuir a densidade e aumentar a drenagem	Materiais leves e partículas grossas	65% de composto orgânico + 35% de casca-de-arroz carbonizada (CAC)

A seguir, são apresentadas características de alguns materiais usados na composição de substratos.

TURFA

É um dos componentes mais usados para a composição de substratos no mundo. O conceito de turfa é muito amplo e variado. As mais usadas são as turfas de esfagno, material muito leve e fibroso, originárias de regiões de clima frio, como o Canadá, a Finlândia, a região do Mar Báltico e o sul da Argentina.

No Brasil, predominam as turfas de clima subtropical, com, no mínimo, dois tipos bem característicos: a turfa preta e a turfa marrom (ou vermelha).

• **Turfa preta:** é um solo orgânico formado em condições especiais de umidade, e se apresenta em avançado processo de mineralização; é pesada, formada de partículas finas, em geral de reação ácida.



• **Turfa marrom:** também é de reação ácida, mas suas partículas são maiores, de aspecto mais fibroso e mais leves que a turfa preta.



CASCA DE PINUS

Por serem um resíduo da indústria madeireira, as cascas de pinus semicompostadas são comercializadas em diferentes granulometrias. Para substrato, são usadas, em geral, partículas menores que 2 cm, de acordo com o objetivo da mistura. O valor de pH varia conforme o tipo de pinus, na faixa de 3,5 a 5.





PÓ E FIBRA DE COCO

No mercado, há fibras e pó de coco oriundos da indústria de coco maduro e, em menor escala, de coco verde. A fibra e o pó de coco se caracterizam por sua alta porosidade (valor de P/S igual ou superior a 19). O processo de industrialização usado pelos diferentes fornecedores resulta em variações nas propriedades químicas dos produtos. Especial atenção deve ser dada à salinidade do material; por isso, antes do uso, deve-se medir a condutividade elétrica.



Pó de coco



Fibra de coco



AREIA

Material de grande disponibilidade, considerado quimicamente inerte, oriundo de leito de rio. Pode ser usada em granulometria grossa ou média, tendo alta densidade e rápida drenagem.



CASCA-DE-ARROZ

Disponível em regiões de lavouras arrozeiras, este resíduo agroindustrial provém do processo de beneficiamento do arroz. Pode ser usada de duas formas: carbonizada (CAC) ou queimada (CAQ).

Na carbonização, as cascas passam por alta temperatura, sem, no entanto, entrar em combustão (queimar). Esse cuidado faz com que as cascas permaneçam inteiras, deixando o material poroso e de fácil drenagem. A CAQ é, geralmente, um resíduo da queima das cascas para uso energético, no aquecimento de caldeiras, por exemplo. A CAC e a CAQ têm baixa densidade, mas com características distintas em relação à retenção de água e ao espaço de aeração.



Casca-de-arroz carbonizada



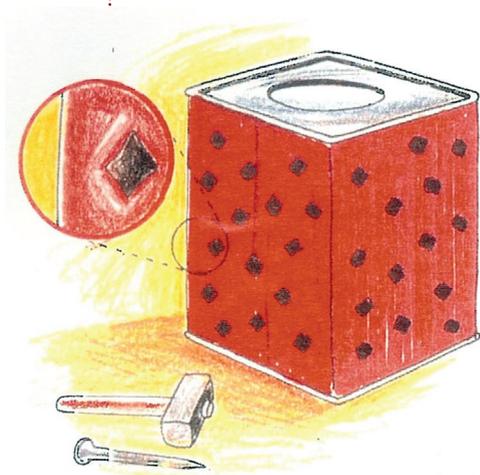
Casca-de-arroz queimada (cinza)

A casca-de-arroz carbonizada é o material mais utilizado sob nebulização. Sua maior vantagem é o alto espaço de aeração (no mínimo, 45% do volume total), pois evita a falta de oxigênio nas raízes. A densidade (em torno de 200 g/L) e a salinidade (de 0,25 g/L) são baixas, conforme recomendado. A carbonização da casca-de-arroz garante estabilidade de estrutura e esterilização.

Para carbonizar a casca-de-arroz, devem-se utilizar os seguintes processos:

1) Reúna o material

- álcool ou outro combustível;
- alicate;
- arame;
- carvão;
- casca-de-arroz da safra do ano;
- chaminé de alumínio, ou similar, com cerca de 15 cm de diâmetro e 2 a 2,5 m de altura;
- estacas de madeira ou ferro para fixar o arame no chão;
- facão;
- fósforo ou isqueiro;
- mangueira;
- martelo;
- pá para revolver o material;
- recipiente metálico (lata) com cerca de 20 L;
- talhadeira.



2) Faça vários furos nas laterais da lata

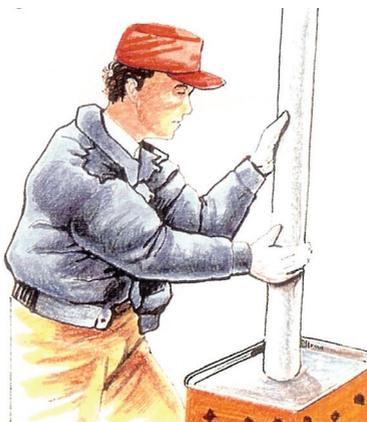
3) Abra um furo do mesmo diâmetro da chaminé na parte superior da lata



4) Encha a lata com carvão através do furo

5) Coloque a chaminé sobre a lata na abertura superior

6) Fixe a chaminé na posição vertical através de três arames presos ao chão



7) Acenda o carvão através dos orifícios da lata, com o auxílio de álcool ou jornal, até se obter brasas



Precaução: O recipiente de álcool deve ser tampado e levado para distante do local, antes de se acender o fogo, para evitar acidentes com o operador.

8) Coloque a casca-de-arroz sobre a lata, formando um cone até a metade da chaminé

9) Revolva o material até que todo ele fique com a cor bem escura, quase preto

Para cada m³ de casca, são gastas cerca de 5 horas de trabalho, reduzindo o volume do material a, aproximadamente, 50% após carbonizado.

Atenção: A casca deve ser revolvida com frequência, para que não entre em combustão.



10) Resfrie o material com rega abundante

11) Armazene o material em local isento de fontes de contaminação

3.2 PREPARE OS COMPONENTES

O preparo do substrato na propriedade requer alguns cuidados para que se tenha um produto final de boa qualidade.

As operações de composição e mistura requerem atenção e dedicação.

A quantidade de substrato a ser preparado depende da necessidade do produtor. Podem ser produzidas maiores ou menores porções, no entanto, a proporção dos componentes da mistura deve ser mantida.

3.2.1 DEFINA OS COMPONENTES DA MISTURA

Exemplo: turfa + vermiculita expandida

3.2.2 DEFINA O VOLUME FINAL DO SUBSTRATO QUE SERÁ PREPARADO

Exemplo: 300 L

3.2.3 CALCULE A PORCENTAGEM DO VOLUME DE CADA COMPONENTE

Exemplo: 70% de turfa + 30% de vermiculita expandida.

Para cada sete volumes de turfa, usam-se três volumes de vermiculita, até alcançar a quantidade final desejada.

3.2.4 ESCOLHA UM LOCAL

O local escolhido deve ser coberto e limpo.



3.2.5 LAVE AS FERRAMENTAS

As ferramentas a serem usadas no processo devem ser lavadas previamente, de tal forma que fiquem livres de resíduos de solo e/ou outros materiais contaminantes.





3.2.6 VERIFIQUE A NECESSIDADE DE PENEIRAR O MATERIAL TRITURADO

Se o componente escolhido necessitar de moagem, deve-se proceder à trituração com o equipamento adequado.

A granulometria, após a moagem para a composição do substrato, deve ser escolhida em função da propagação, ou seja, semente ou estacas. Por exemplo, a grande maioria das sementes de hortaliças necessitam de granulometria fina (0,1 a 0,2 cm), enquanto nas mudas de frutíferas, produzidas em sacolas ou potes de diâmetros maiores, a granulometria pode variar de 0,5 a 2,0 cm.

3.2.7 QUANTIFIQUE AS PARTES DE ACORDO COM A PORCENTAGEM DETERMINADA

Exemplo: Para 300 L de mistura, pegue sete partes de turfa e três de vermiculita expandida, até atingir a quantidade desejada.

3.2.8 DIVIDA CADA COMPONENTE EM TRÊS PARTES IGUAIS



Exemplo: $1/3 + 1/3 + 1/3$

3.3 FAÇA A MISTURA

Este procedimento pode ser manual ou mecanizado, dependendo do volume a ser preparado. Nas duas formas, o objetivo é obter uma mistura homogênea.

3.3.1 FAÇA A MISTURA MANUAL

A composição escolhida é misturada de forma artesanal, com o auxílio de uma pá ou enxada.

a) Revolva os montes

A pilha deve ser revolvida com o auxílio da pá ou enxada, até que a mistura se torne homogênea. Deve-se evitar o pisoteio da mistura, para não haver compactação dos componentes.



b) Junte os montes



c) Coloque a mistura em sacos adequados



3.3.2 FAÇA A MISTURA MECANIZADA

A composição escolhida é misturada por equipamento mecânico.



Betoneira com aletas internas

a) Limpe o equipamento



b) Adicione a turfa



c) Adicione a vermiculita expandida



d) Suspenda a boca da betoneira



e) Ligue a betoneira



f) Movimente o equipamento por dez minutos



g) Desligue a máquina



h) Verifique se a mistura está homogênea



Atenção: Caso a mistura não esteja homogênea, deve-se aumentar o tempo na máquina.

i) Coloque a mistura em sacos adequados





4 ARMAZENE A MISTURA

A armazenagem correta previne a alteração da qualidade do substrato ao longo do tempo. Por isso, deve-se procurar um local que seja protegido da chuva e de animais, limpo e arejado, cuidando para que o produto a ser armazenado esteja bem embalado.

De acordo com a natureza do substrato, deve-se evitar o empilhamento excessivo para não ocorrer a compactação.

O substrato deve ser colocado sobre estrados, que serão usados como isoladores do contato entre o substrato e o chão.



Atenção: Não é recomendável o empilhamento de turfas em altura superior a cinco sacos; já o da casca-de-arroz carbonizada é de, no máximo, dez sacos, e o da vermiculita é de vinte sacos.

IV

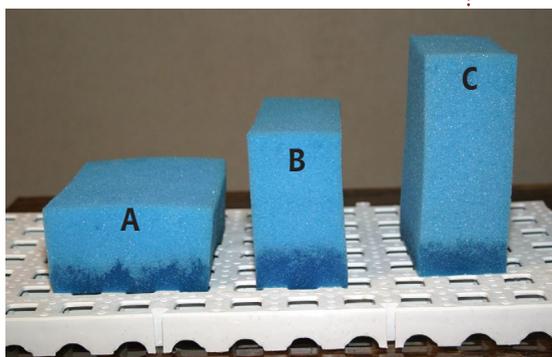
ESCOLHER O SUBSTRATO CONFORME O RECIPIENTE

Antes de elaborar ou adquirir um substrato, é preciso ter em mente o propósito de seu uso. O fator mais marcante que diferencia o cultivo a campo do cultivo em recipiente é o próprio recipiente: a forma, o material de que é feito, a capacidade (volume interno), e, principalmente, a sua altura. A altura de um vaso define a sua força de drenagem, influenciando na quantidade de ar e água do substrato.

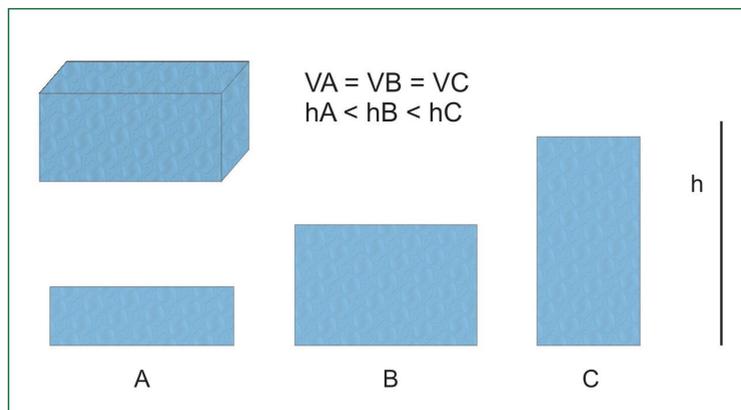
O exemplo a seguir ajuda a compreender o efeito da altura do vaso sobre a drenagem. Encharcando uma esponja com água e colocando-a para drenar conforme as posições A, B e C, mostradas no Quadro 1, observa-se, ao final, que o mesmo volume de esponja apresenta diferentes quantidades de água retida e espaço com ar.

1 ENTENDA O TESTE DA ESPONJA

Ao encharcar a esponja com água e colocando-a para drenar em diferentes posições, observa-se que o mesmo volume de esponja apresenta diferentes alturas e quantidades de água retida e espaço com ar.



Quadro 1 – Ar e água conforme a altura do recipiente



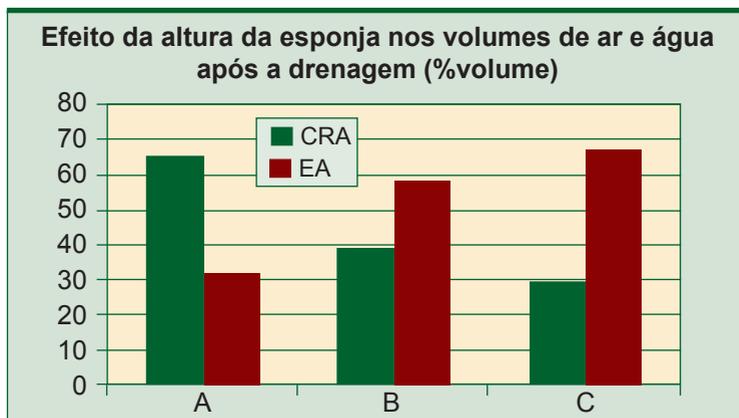
Na posição A, a esponja apresenta menor altura de drenagem. A retenção de água aumenta (65% do volume) enquanto o espaço com ar diminui (32% do volume).

Na posição B, a altura é intermediária entre “A” e “C” e assim também são os valores de retenção de água (39%) e o espaço com ar (58%).

Na posição C, a esponja está colocada com a maior altura de drenagem. O volume de água retido é o mais baixo entre as três posições (30%), aumentando, conseqüentemente, o espaço com ar (67%).

Quadro 2 – Altura do perfil versus características físicas (% volume)

Altura do perfil						
Altura do perfil da esponja	Poros (P)	Sólidos (S)	P/S	CRA %vol.	EA % vol.	
A	97	3	32	65	32	
B	97	3	32	39	58	
C	97	3	32	30	67	



2 VERIFIQUE A RETENÇÃO DE ÁGUA EM VASOS COM DIFERENTES ALTURAS

A drenagem livre do substrato envasado é uma função de sua altura. Em recipientes com poucos centímetros de altura – menores que 5 cm, como, por exemplo, bandejas de células ou caixas para semeadura – há menos drenagem do que em tubetes (10 a 15 cm); nestes, a drenagem é menor de que em vasos (15 a 20 cm), onde, por sua vez, é menor do que contêineres ou sacolas (30 cm ou mais).

2.1 REÚNA O MATERIAL

- água;
- bacias;
- balança;
- balde;
- caneta;
- jarra graduada;
- papel;
- peneira;
- prancheta;
- substrato;
- vasos.





2.2 PREPARE A AMOSTRA DE SUBSTRATO

Para avaliar a drenagem em diferentes alturas de vasos, mas com o mesmo volume, deve-se preparar uma parte do substrato.



2.2.1 PENEIRE O SUBSTRATO



2.2.2 DESCARTE O MATERIAL RETIDO NA PENEIRA



2.2.3 DEIXE O SUBSTRATO SECAR AO AR LIVRE

2.3 VERIFIQUE O ACÚMULO DE ÁGUA CONFORME A ALTURA DO VASO

O acúmulo de água está diretamente relacionado com a altura dos vasos, conforme visto no teste da esponja.

2.3.1 COLOQUE O VASO SOBRE A BALANÇA



2.3.2 TARE A BALANÇA



2.3.3 PESE O SUBSTRATO SECO

O peso seco não deve diferir nos dois vasos (alto e baixo), pois o volume é igual, ou seja, um litro.

a) Pese um litro de substrato



b) Anote o peso



Exemplo: 750 gramas



2.3.4 MOLHE O SUBSTRATO

O substrato deve ser molhado cautelosamente para que não haja perda de amostra no interior do balde.



a) Coloque o vaso com o substrato dentro do balde com água



b) Aguarde até que a superfície do substrato fique encharcada



2.3.5 RETIRE O VASO DO BALDE

O vaso não deve ser inclinado, pois pode alterar a drenagem e posteriores resultados.

2.3.6 COLOQUE O SUBSTRATO PARA DRENAR



2.3.7 PESE O VASO APÓS A DRENAGEM

O peso final do vaso com substrato drenado é o peso (volume) da água retida no vaso.

- a) Coloque o vaso na balança



- b) Anote o peso
Exemplo:
1.100 gramas



- c) Calcule a água retida
- $$1.100 \text{ g} - 750 \text{ g} = 350 \text{ gramas}$$
- $$1 \text{ grama de água} = 1 \text{ mL}$$
- $$\text{CRec} = 350 \text{ mL/L ou } 35\%$$



2.4 FAÇA O TESTE COM O VASO MAIS BAIXO, DE MESMA CAPACIDADE VOLUMÉTRICA (1 LITRO)

As mesmas operações realizadas com o vaso mais alto devem ser repetidas com o mais baixo.

Exemplo: 1.300 gramas

Água retida: $1.300 \text{ g} - 750 \text{ g} = 550 \text{ gramas}$

$\text{CRec} = 550 \text{ mL/L}$ ou 55%

O vaso de menor altura reteve mais água do que o vaso de maior altura.

3 UTILIZE O VASO ADEQUADO PARA O TIPO DE SUBSTRATO

Para reduzir o efeito físico, os substratos para recipientes mais rasos devem apresentar mais porosidade do que os demais. A Tabela 12 relaciona o valor P/S com a altura dos recipientes mais apropriados.

Tabela 12 – Valores de P/S para os diferentes substratos com os macro e microporos correspondentes

Valores de P/S	Tipo de substrato	Porosidade
0	Solos minerais	+ microporos
1		
2	Substratos para vasos altos (> 30 cm)	
3		
4		
5	Substratos para vasos médios (10 a 20 cm)	
6		
7	Substratos para bandeja (< 5 cm)	
8		
9		
≥ 10		
		+ macroporos

Observando a Tabela 12, percebe-se que o valor de P/S se relaciona com o tamanho dos poros dos substratos. Assim, em P/S menores do que 1, predominam os microporos com mais capacidade de retenção de água e menos espaço com ar. Portanto, tais materiais (solos minerais, em geral) podem ser usados como componentes para vasos grandes, de altura igual ou maior do que 30 cm. Quanto mais alto for o valor de P/S, maior a presença de macroporos, associados a maiores volumes de espaço com ar, próprios para recipientes rasos.

O valor de P/S pode ser relacionado com outras propriedades do substrato, como a densidade, a retenção de água e o espaço de aeração dos materiais, além de indicar o melhor uso para aquele substrato. Considerando uma escala básica de 0 a 20, os valores mais baixos de P/S (iguais ou menores do que 1) podem ser usados na composição de substratos para recipientes mais altos (sacolas e vasos com altura de 30 cm, ou mais); valores mais altos de P/S (igual ou maior do que 5) são próprios para uso de bandejas e vasos de altura mais reduzida, até 10 cm; enquanto que os valores intermediários podem ser usados para recipientes médios (maiores do que 10 e menores do que 30 cm de altura).



V

UTILIZAR O SUBSTRATO NA HORTICULTURA

As técnicas de cultivo na horticultura, seja na olericultura ou na fruticultura, têm sido cada vez mais aprimoradas. Diversas atividades, antes essencialmente manuais, estão sendo automatizadas a fim de reduzir os custos de mão de obra e aumentar a produtividade na área cultivada.

O uso de procedimentos de automação, seja para irrigação, fertirrigação, semeadura e envasamento, exige o emprego de substratos padronizados. A seleção e o manejo adequado do substrato são alguns dos pilares que sustentam a moderna produção dentro da horticultura de forma mais econômica e menos agressiva ao meio ambiente.

Um substrato de boa qualidade é essencial nesta etapa da produção. Todos os aspectos do substrato devem ser cuidadosamente estudados para se obter o máximo aproveitamento no processo de produção de mudas.

1 UTILIZE O SUBSTRATO NA OLERICULTURA

Viveiros modernos podem ser considerados como biofábricas (que produzem em ampla escala as mudas de hortaliças) visando à comercialização a outros agricultores, que finalizam o cultivo até a venda ao consumidor.

Na produção de mudas o substrato pode ser utilizado tanto na germinação das sementes (alface, temperos etc.) e eventualmente por alguma outra hortaliça propagada por esta metodologia.

GERMINAÇÃO

O substrato ideal para a germinação vai depender do tamanho da semente e, principalmente, do EC.

No caso das espécies de sementes de tamanho muito diminuto é comum encontrá-las peletizadas, ou seja, com uma cobertura de produtos inertes como “polímeros” para esta finalidade. Com este polímero é realizado o “*film coating*”, que tem por objetivo recobrir as sementes com uma fina camada desse material. Um dos objetivos desta, também, é dar uma maior proteção ao usuário evitando o contato direto com os defensivos utilizados no tratamento de sementes. Outro objetivo da peletização é o “*priming*”, que se trata de um tratamento com soluções e que tem como objetivo quebrar a dormência das sementes (alface entra em dormência quando exposta a períodos prolongados de alta temperatura). E por fim, dar facilidade de manuseio das sementes, normalmente muito pequenas e difíceis de manusear por seu tamanho.



Germinação
de alface

Sementes
de alfaces
peletizadas





Mudas de beterraba em substrato de fibra de coco



Mudas de couve-flor em substrato de fibra de coco



Mudas de brócolis em substrato de fibra de coco



Mudas de cebolinha em substrato de fibra de coco



ENRAIZAMENTO

O substrato ideal para o enraizamento de estacas vai depender do processo usado. Sob nebulização, o substrato deve apresentar um elevado espaço de aeração e rápida drenagem, pois a água será fornecida com alta frequência.

A nebulização acelera o processo de enraizamento permitindo a manutenção das folhas na estaca que, pela fotossíntese, produzirão os carboidratos necessários para a formação das raízes.

O material selecionado para o preparo do substrato para olerícolas deve ter as seguintes características:

Características físicas ideais:

- Baixa densidade (entre 100 e 300 g/L).
- Alto volume de poros (75% a 85%).
- Elevado espaço de aeração.
- Média/alta retenção de água.
- Média drenagem.
- Estabilidade de estrutura, para manter as propriedades ao longo do processo.

Características químicas:

- Salinidade inferior a 1,2 mS/cm.



Ótimo crescimento radicular de mudas de tomates em substrato com alta porosidade



Enraizamento de mudas de alface roxa

2 UTILIZE O SUBSTRATO EM FRUTICULTURA

A utilização de bandejas e tubetes na produção de mudas de plantas frutíferas proporciona economia de área no viveiro e facilita a realização dos tratos culturais, resultando em mudas de melhor qualidade e maior índice de germinação após o transplante.

2.1 UTILIZE O SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS ATRAVÉS DE SEMENTES

A produção comercial de muitas espécies frutíferas, como é o caso do melão e melancia, é realizada com a propagação pela semente. O uso de substratos de alta qualidade tem resultado com incremento da rentabilidade cada vez maior dentro do processo produtivo.

No caso do melão, a sua produção profissional tem exigido tecnologia de ponta a cada ano. Produção de mudas em substratos e fertirrigação são exigências rotineiras e específicas para cada espécie e fase de crescimento no processo produtivo.



Outras vantagens da utilização de mudas na produção de melão e melancia são: *stand* uniforme e redução de tempo no campo (custo com irrigação e mão de obra); no caso de melancia sem sementes (triplóide) há também o problema do baixo nível de germinação genético.

Na citricultura, o uso obrigatório de ambiente protegido, telas antiafídicas e processo rigoroso de inspeção sanitária têm exigido dos produtores de mudas dessas espécies um investimento constante nas técnicas de produção.



Crescimento radicular de cavalo de citros em substrato com alta porosidade





Mudas enxertadas de citros prontas para o comércio

2.2 UTILIZE O SUBSTRATO NA PRODUÇÃO DE MUDAS ATRAVÉS DE ESTACAS

Muitas frutíferas que utilizam o sistema de estaquia também utilizam atualmente um processo técnico moderno, sendo um dos principais exemplos a da citricultura.

O material selecionado para o preparo do substrato para frutíferas deve ter as seguintes características:

Características físicas para tubetes/saquinhos de 1 litro:

- Baixa a média densidade (entre 300 e 600 g/L).
- Médio a alto o volume de poros (50% a 75%).
- Médio espaço de aeração.
- Média retenção de água.
- Média drenagem.
- Estabilidade de estrutura, para manter as propriedades ao longo do processo.

Características químicas:

- Salinidade inferior a 1,5 mS/cm.



VI

MANEJAR A MUDA + SUBSTRATO NO CULTIVO

O destino das mudas frutíferas produzidas em recipientes é o plantio no pomar, seja comercial ou doméstico. As características do solo que receberá a nova planta geralmente diferem muito das características do substrato onde a muda foi formada. Também as condições a céu aberto são muito estressantes para a jovem planta, acostumada ao ambiente do viveiro. Tais diferenças devem ser minimizadas pelos cuidados no plantio.

No caso do plantio em ambiente sem nenhum controle é preferível realizar esta operação no final da tarde e em canteiros umidificados.

Deve-se observar muito bem a rega nos primeiros dias após o plantio, pois dependendo do substrato utilizado na produção das mudas, estas podem ter uma retenção de água muito maior que a do solo. O excesso de irrigação neste período pode ocasionar um encharcamento do substrato, prejudicando o crescimento da muda no seu início.



VII

MANEJAR O SUBSTRATO DURANTE O CULTIVO

A manutenção da qualidade inicial do substrato ao longo do cultivo depende do manejo adequado em cada tipo de situação. Dentre as principais alterações na qualidade do substrato durante o cultivo, destacam-se as mudanças físicas, causadas principalmente pela compactação (aumento da densidade, perda da macroporosidade superficial, aumento na retenção de água), e mudanças químicas (alteração no valor de pH e aumento da salinidade).

A compactação induz o aumento da densidade com perda de volume do substrato no vaso. Em alguns substratos com baixa estabilidade de estrutura, o fato se observa com maior intensidade, falando-se em acamamento do material. A compactação pode ser resultante da ação da força da água irrigada por mangueiras sem crivo fino na ponta. Há casos onde o jato de água provoca erosão no vaso, expondo as raízes da planta.

No cultivo de plantas perenes em sacolas para transplante, pode-se ter um substrato em uso por longo tempo, exposto, portanto, à ação da água irrigada por aspersão por muitos meses. Nesses casos, se o substrato for inicialmente bem equilibrado – partículas médias e finas –, é comum observar a migração das partículas finas dos componentes para a parte inferior da sacola, criando uma região com maior retenção de água. Se o substrato tiver predomínio de



partículas finas (componentes com muita argila e/ou húmus), pode haver a formação de crostas endurecidas na superfície, reduzindo a porosidade superficial e, conseqüentemente, as trocas gasosas entre o ambiente das raízes e a atmosfera.

A observação visual direta é um sistema eficiente para evitar as formas de compactação e controlar os seus efeitos.

1 FAÇA A IRRIGAÇÃO

É importante ter em mente que uma planta é constituída de, aproximadamente, 80% de água e que é através da água que o vegetal se nutre, tornando a irrigação essencial para a vida de uma planta em recipiente.

1.1 VERIFIQUE A QUALIDADE DA ÁGUA

A qualidade da água é de fundamental importância, por isso é necessária a sua análise química, física e biológica durante o processo produtivo.

Análise química: as análises dos valores de pH e EC da água são básicas para o monitoramento da qualidade da mesma. Em algumas situações é também realizada a análise da concentração de ferro. Recomenda-se encaminhar a amostra para um laboratório de análises de confiança, para um estudo mais detalhado.

Análise física: dependendo do sistema de irrigação utilizado, o cuidado com a filtragem da água torna-se necessário. Filtros de areia e discos são muito úteis em sistemas de irrigação.

Análise biológica: a água pode conter diversos tipos de micro-organismos, como algas, bactérias e fungos. Muitos destes micro-organismos podem causar sérios problemas para a produção, seja por causar doenças, seja por entupir o



sistema de irrigação. Recomenda-se encaminhar a amostra para um laboratório de análises de confiança, sempre que houver dúvidas quanto à presença de tais organismos.

O uso de filtros normalmente é suficiente para resolver os problemas de ordem física e biológica. No caso dos problemas químicos, por exemplo, com alto pH, pode-se utilizar ácidos específicos, e para altas concentrações de ferro na água, o tratamento usual é o da oxigenação.

1.2 ESCOLHA O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

Existem vários modelos de sistema de irrigação compatíveis com o uso de substratos. Os mais comuns são:

- Microaspersão, nebulização ou gotejamento – quando a água tem o movimento descendente no substrato;



Microaspersão



Gotejamento

- Irrigação por capilaridade – quando a água tem o movimento ascendente no substrato;
- Combinação dos dois modelos anteriores – mistos.

1.3 IRRIGUE

A frequência de irrigação vai depender de vários fatores, como o tipo do sistema de irrigação, o substrato e o recipiente utilizados, a espécie cultivada, a fase do cultivo da planta, o ambiente, entre outros.

Em situações de enraizamento de estacas, várias irrigações diárias são necessárias para se obter resultados satisfatórios.



Irrigação manual em citros

2 FAÇA A ADUBAÇÃO

Existem vários tipos de adubos que podem ser utilizados nas plantas cultivadas em substratos.

Os adubos nas formulações tradicionais para solo, como o 4-14-8, por exemplo, não são recomendados devido aos seus altos índices salinos e por serem pouco solúveis em água.



Na horticultura, os adubos mais utilizados são:



- Sais solúveis: empregados em sistemas de fertirrigação;

- Adubos de liberação lenta: conhecidos como “cote”, são fertilizantes que liberam nutrientes gradativamente. De forma diferente dos adubos tradicionais, os cotes são fabricados para liberar nutrientes ao longo dos meses.



- Adubos foliares: utilizados em pulverizações.

A frequência e a concentração de pulverizações podem variar de acordo com a espécie e/ou a fase de crescimento da planta. Para tanto, é importante o conhecimento da curva de absorção de nutrientes para cada espécie cultivada.



VIII

EVITAR ERROS FREQUENTES NO USO DE SUBSTRATOS

O uso do substrato requer vários cuidados que o produtor deve levar em consideração ao escolher o componente correto para cada tipo de cultivo; por isso, deve estar atento aos seguintes itens:

- Abuso na utilização de cinzas em substrato para plantas envasadas.
- Falta de controle na adubação.
- Falta de controle na irrigação.
- Uso do composto não estabilizado.
- Processos de esterilização mal conduzidos.
- Escolha aleatória de componentes do substrato sem respeitar os objetivos.
- Compactação do substrato devido à má armazenagem ou ao manejo inadequado.
- Utilização de matéria-prima local sem o devido conhecimento de suas propriedades.
- Mistura indiscriminada de solo ao substrato.
- Formulação inadequada de misturas.
- Exagero no uso de adubos convencionais como aditivos.
- Uso de recipientes inadequados ao cultivo da espécie.



IX

CONHECER AS VANTAGENS DO USO DE SUBSTRATOS

Nesta análise, podem ser citadas vantagens de ordem ecológica/ambiental, econômica e cultural.

O avanço internacional na industrialização e no comércio de substratos para plantas, ocorrido no final do século XX, está relacionado às consequências do Protocolo de Kyoto, como as restrições ao uso do brometo de metila, até então amplamente utilizado para tratamentos fitossanitários preventivos na produção de mudas de plantas.



Canteiros com mudas de alface

O uso de substratos sem a presença de patógenos foi amplamente divulgado para solucionar o problema de desinfestação de meios para a germinação de sementes de culturas como o fumo, por exemplo. Portanto, a redução no emprego de biocidas na formação inicial das mudas pode



ser considerada uma grande vantagem ecológica/ambiental do uso de substratos na produção vegetal em recipientes.

Entre as vantagens econômicas do uso de substratos se destacam a melhoria da qualidade final das plantas produzidas, bem como a uniformidade e padronização alcançadas, o que se traduz em melhor colocação no mercado. As melhorias fitossanitárias e a conseqüente diminuição no emprego de defensivos também contam como importantes fatores de redução nos custos operacionais da produção.

Finalmente, para os produtores mais tradicionais, a decisão de adotar a tecnologia de produção em substratos pode representar uma mudança cultural, alterando hábitos e costumes na sua rotina. Junto com o conceito de substrato vêm novas práticas de produção e comercialização, e a evolução natural converge para a adoção de processos de automação, de escala produtiva e de padronização de processos e produtos. Tudo isso tende a promover maiores lucros no negócio. Portanto, a vantagem no uso do substrato pode vir expressa em crescimento profissional e conseqüente melhoria de vida dos envolvidos na produção e comercialização de mudas de hortaliças e de plantas frutíferas.



Bancada com mudas de citros



B I B L I O G R A F I A

- ALVARENGA, M. A. R. *Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia*. Lavras (MG): Editora UFLA, 2004. 393 p.
- ANSORENA MINER, J. *Substratos, propiedades y caracterización*. Bilbao: Mundi-Prensa, 1994. 172 p.
- CULTIVO de flores. Disponível em: <[http:// www.cultivodeflores.com.br/substratos\(online\)](http://www.cultivodeflores.com.br/substratos(online))>. Acesso em: 28 set. 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 2. ed. Viçosa (MG): Editora UFV, 2003. 412 p.
- KÄMPF, A. N.; FERMINO, M. H. *Substratos para plantas*. Porto Alegre (RS): Genesis, 2000. 321 p.
- KÄMPF, A. N.; TAKANE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. de. *Floricultura: técnicas de preparo de substratos*. Brasília (DF): LK Editora, 2006. 132 p.
- KOLLER, O. K. *Citricultura: laranja – tecnologia de produção, pós-colheita, industrialização e comercialização*. Porto Alegre (RS): Cinco Continentes, 2006.



AGRADECIMENTOS

Ao senhor Mário Yuji Kitazawa, da Kitazawa Mudas de Hortaliças, localizada em Salesópolis (SP); aos senhores Fernando e Clodoaldo Hergert e a senhora Greice Minzão, do Sítio Raio de Sol, localizado em Limeira (SP); ao Engenheiro Agrônomo Vitor José Betin Cicolin, da Horticitrus Viveiro de Mudas, localizada em Cordeirópolis (SP); e aos senhores Carlos e Gino, da Flora Shinkawa, localizada em Atibaia (SP), por terem disponibilizado os materiais e os cenários para a produção fotográfica desta cartilha.

