

## **A Função do Substrato**

Cirilo Gruszynski  
Engenheiro Agrônomo M.Sc.  
La Belle Fleur – Topiarte Jardins Ltda  
Gramado, RS

A função primordial de um substrato é a fixação da planta, o que se dá através das raízes. Serve também de local de armazenagem de água e nutrientes, devendo também ter capacidade de propiciar espaços para trocas gasosas, ou seja, para a respiração do sistema radicular. Na verdade, um bom substrato é uma matriz de grandes espaços vazios, que ficam preenchidos com ar e água. A denominação técnica disso é porosidade. Os bons materiais em geral têm mais que 85% de porosidade em volume, ou seja, em 1000 mL (1 Litro), apenas 150 mL são ocupados por sólidos no momento do plantio, os restos são poros com ar e água. É claro que os espaços maiores serão preenchidos pelas raízes à medida que a planta cresce. E é isso que queremos! O substrato deve permitir que as raízes cresçam livremente. Verifique como está a sua planta virando o vaso cuidadosamente e visualizando se as raízes estão saudáveis, com as pontinhas brancas.

O primeiro fator ao escolher um substrato é o tipo de planta que queremos cultivar. Algumas particularmente necessitam de um material com maior espaço para ar, como é o caso das orquídeas e bromélias, e em menor proporção violetas e azaléias de vaso. No outro extremo estão as folhagens como Monstera, Dracenas, Heras e Filodendros, que têm capacidade de suprir oxigênio às raízes através de aerênquima, um tipo de canal interno nas raízes onde circula o ar. Essas podem ser cultivadas em um material com menor capacidade de aeração.

O tradicional xaxim, cujo uso e exploração está proibido por lei federal, tinha a característica de aliar uma ótima retenção de água a uma estrutura fibrosa que favorecia formar grandes espaços vazios para o ar, o que chamamos tecnicamente de macroporos. Além disso, apresentava boa capacidade de reter nutrientes e baixa densidade.

Há quem acredite que o xaxim seja insubstituível. Aliás, ele é um produto bem brasileiro, e sua disponibilidade estava restrita aos estados do sul/sudeste. No mundo, a matéria-prima principal é a turfa, o solo orgânico formado em regiões alagadas, seguida pelas cascas de árvores, em especial de coníferas (pinheiros). A fibra de coco vem se tornando um outro produto importante mundialmente, depois que a pesquisa desenvolveu a tecnologia para seu tratamento. Sua versatilidade permite resultados excelentes, parecendo ser hoje o melhor substituto nacional que temos ao nosso xaxim, já existindo no mercado ótimos produtos. As versões mais fibrosas proporcionam maior aeração e drenagem e as granuladas (pó de coco) maior retenção de água. O único inconveniente parece ser a necessidade de uma adubação um pouco mais rica em nitrogênio que o usual.

A casca de pinus é, no entanto, o principal componente dos substratos disponíveis no Brasil. Conforme a granulometria e a mistura de condicionadores, como a turfa, carvão vegetal e vermiculita, os fabricantes desenvolvem fórmulas para diversos tipos de plantas. Os de partículas maiores são mais apropriados para as que requerem mais aeração. Outro material disponível em algumas regiões é a casca de arroz, que é carbonizada e um processo de queima parcial para manter a estrutura, tornando-se estável. Este é um material que proporciona excelente aeração, porém retém muito pouca água, devendo ser utilizado em conjunto com turfa ou mesmo terra.

O solo mineral, ou a famosa terra preta, é no Brasil ainda muito utilizada. A cor escura é devida a seu maior teor de matéria orgânica em relação aos solos "vermelhos". Como a porosidade deste tipo de material é baixa, em média somente 50%, quando terra é utilizada em vasos pequenos e mais baixos vamos ter problemas com uma aeração deficiente, pois suas partículas muito pequenas não favorecem a formação de poros grandes, que permanecem com ar após a drenagem do excesso de água. Vasos maiores e mais altos propiciam maior drenagem, sendo amenizado esse problema. Assim é sempre importante, ao utilizarmos solo como matéria-prima para um substrato, colocarmos um material condicionador, em geral orgânico, como cascas de pinus, fibra-de-coco, de piaçava, turfa, casca de arroz carbonizada, carvão vegetal; ou condicionadores

minerais a exemplo das argilas expandidas (a expansão pelo calor as torna mais leves e com partículas maiores) como a cinasita, vermiculita e perlita.

Vários outros resíduos vegetais disponíveis localmente podem ser bons condicionadores, mas materiais como serragem de madeira e cascas que não passaram por um processo de compostagem para estabilização podem trazer problemas como a imobilização de nutrientes necessários à planta e a perda de estrutura, ou seja, a acomodação do material no vaso, reduzindo a aeração com o tempo.

Seja qual for o material, é sempre importante um bom manejo das regas. Molhe somente quando o substrato estiver com baixa umidade. O melhor indicador é colocar o dedo para sentir como está. Acompanhe a situação climática. Se estiver com baixa umidade relativa do ar e quente, deve-se molhar com maior frequência. Em dias muito úmidos irrigue somente se estiver realmente seco, com a planta apresentando sintomas de murcha. E preste atenção! Plantas com falta de oxigênio nas raízes, em geral causada por excesso de água e baixa aeração, podem também apresentar sintomas de murcha. Por isso verifique a real situação. Outro problema freqüente é a dificuldade de hidratação quando o substrato ficou muito seco. A água não drena mais pelo meio do substrato, apenas pelas paredes internas do vaso, molhando apenas por cima. Para remediar coloque algumas gotas de detergente ou espalhante adesivo comercial na água e molhe várias vezes com baixo volume, até a situação se normalizar.

Evite utilizar adubos sólidos comuns, aqueles para adubar hortas e lavouras, e nunca adicione esterco em substratos em doses maiores que 10%. Se por acaso quiser utilizar este tipo de material orgânico ao preparar um substrato, certifique-se que está bem compostado (não se sente mais cheiro forte) e não adicione mais que 10% em volume. Adubação inicial muito elevada não é recomendada, pois o excesso de sais pode "queimar" as raízes e prejudicar o crescimento. Esse é o problema de muito substrato denominado simplesmente como "terra vegetal". O excesso de compostos à base de esterco animal ou húmus de minhoca em sua composição provoca uma elevada salinidade, prejudicial à

maior parte das espécies. Sintomas disso são as bordas das folhas queimadas e uma camada branca de sais depositados na superfície do vaso.

Dicas: Utiliza misturas mais leves no inverno, para favorecer a aeração das raízes e com maior retenção de água no verão.

#### Aspectos sobre a adubação:

Quando trabalhamos com cultivo em recipientes devemos considerar uma nova lógica de adubação das plantas. Como os volumes de substrato são pequenos, não é possível que nele armazenar todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta, através de adubos convencionais, sem causar uma salinização do ambiente radicular. Temos duas estratégias possíveis de manejo, que podem ser utilizadas associadas ou independentemente:

1. Utilização de adubos de liberação controlada, que são grânulos recobertos com resinas que permitem a liberação gradual do produto de acordo com a temperatura e umidade. São produtos importados e de custo elevado, mas que proporcionam excelentes resultados. Alguns compostos orgânicos tem efeito similar, porém a avaliação da dose correta requer bastante conhecimento do produto e um produto sempre similar ao longo do tempo;

2. Suprimentos periódicos de nutrientes dissolvidos na água, o que chamamos fertirrigação. Utilizam-se adubos especialmente formulados para esse fim, com elevada solubilidade.

Se o substrato utilizado for comprado de empresa especializada, a adição de fertilizantes pode desbalancear o produto, que já vem adubado da indústria. No caso de haver desconfiança da necessidade de algum nutriente ou corretivo, consulte antes o fabricante. Nos substratos feitos na propriedade pode-se utilizar uma adubação de base com formulados especiais para substratos como o PG Mix na dose de 1 a 2 kg por metro cúbico dependendo dos materiais componentes da mistura.

A concentração de nutrientes necessária na fertirrigação para a produção de plantas de alta qualidade depende da fertilidade inicial do substrato, fundamentada em uma análise em laboratório, e varia também com o estágio de crescimento da planta, a temperatura, a luminosidade e a quantidade de lixiviação de nutrientes a cada irrigação. Como ainda não dispomos de uma rede de laboratórios especializados em análise de substratos e em geral os nossos lotes são relativamente pequenos, podemos seguir uma adubação média, com bons resultados, desde que façamos o monitoramento.

#### INSERIR SUGESTÃO DE ADUBAÇÃO + COMPOSIÇÃO DOS ADUBOS – Quadro

O monitoramento da adubação é na verdade a avaliação do teor de sais através da condutividade elétrica (CE) do substrato.

A condutividade elétrica (CE) avalia a concentração de sais ionizados e nos fornece uma significativa estimativa do conteúdo total de sais solúveis no substrato (não eletrólitos como a uréia, que também contribuem para o estresse osmótico, não são mensurados até sua ionização).

A CE é medida por um equipamento chamado condutivímetro. Ele não mostra quais os nutrientes que estão disponíveis. Testes ou equipamentos portáteis e de baixo custo que nos indiquem com razoável precisão os níveis de cada nutriente em separado ainda não estão disponíveis no Brasil. O produtor tem entretanto condições de chegar a conclusões a respeito da situação nutricional através do programa de adubação que está sendo desenvolvido, da fase de desenvolvimento da planta e do aspecto geral do cultivo.

Existem vários métodos de avaliação da CE e infelizmente não existe um padrão de referência no Brasil. O importante é que o produtor adote uma forma de coleta consistente e acompanhe o desenvolvimento da planta. O valor de pH pode ser medido no mesmo extrato utilizado para avaliar a CE.

Uma das formas mais práticas de monitoramento é através da análise da solução de drenagem ou lixiviado do recipiente, denominado pelos norte americanos de *Pour Through*. Este método baseia-se na escolha ao acaso de um

certo número de vasos um pouco após a irrigação, com o substrato saturado ou próximo a saturação, colocando-os em uma calha ou pote suficientemente grande para a água de drenagem seja coletada. Para um pote de 15 cm se adiciona, distribuindo na superfície, de 75 a 100 mL de água destilada ou deionizada para se obter 50 a 75 mL de extrato. É importante que o ponto de saturação dos vasos seja similar a cada coleta, permitindo assim uma avaliação consistente.

Valores de referência de CE para o exfiltrado obtido no Pour Through são de 2,5 mmho cm<sup>-1</sup> até um máximo de 5 mmho cm<sup>-1</sup> em épocas de menor evapotranspiração. Este método porém não foi ainda profundamente testado e é importante se trabalhar com cautela.

Outros métodos são o extrato saturado e os extratos com diluição 1:2 e 1:5. Em todos os casos, a amostra é retirada virando-se cuidadosamente sobre a mão pelo menos dez vasos do lote e fazendo a coleta do material na zona das raízes, sempre na mesma altura em relação à base. Deve-se evitar a retirada de substrato do terço superior, que pode ter acúmulo de sais.

O extrato saturado ou também chamado extrato de pasta saturada foi inicialmente desenvolvido pela Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, e é utilizado em muitos laboratórios americanos. Neste método, o conteúdo inicial de umidade inicial do substrato não é relevante. Coloca-se a amostra em um pote de vidro ou plástico, levando-a a saturação com a adição cuidadosa de água destilada ou deionizada. A saturação ocorre quando a pasta "brilha", ficando porém pouca ou nenhuma água livre na superfície. A saturação pode ser facilitada mexendo-se com uma espátula. Deixa-se estabilizar por 30 minutos e filtra-se em papel filtro para se fazer a medição. Um valor entre 2,0 e 3,5 mmho cm<sup>-1</sup> serve como referência para este método.

O extrato 1:2, o mais utilizado no Brasil, consiste na diluição de uma parte em volume de substrato em duas partes de água destilada ou deionizada. Se água de torneira for utilizada, esta deve ter CE menor que 0,5 mmho cm<sup>-1</sup>, e este valor deve ser subtraído do resultado final. A amostra deve estar seca ao ar. Caso haja necessidade de rapidez nos resultados, é importante que a umidade do substrato,

nas outras avaliações ao longo do cultivo seja similar. Outro fator de erro é a forma de medição do volume de substrato, visto diferentes formas de compactar a amostra causam diferenças na quantidade que será diluída. É importante que sempre a mesma pessoa faça a amostragem e diluição, estabelecendo um procedimento padrão. O extrato 1:2 deve ser homogeneizado mexendo-se com uma espátula e deixado estabilizar por 15 a 30 minutos. Em muitos casos a medição pode ser feita diretamente, porém, se houver muito material em suspensão, a filtragem é recomendada. Valores de referência para extrato 1:2 são entre 0,8 e 1,3 mmho cm<sup>-1</sup>.

O extrato 1:5 consiste basicamente no mesmo método anterior, porém com a diluição de uma parte em volume de substrato para cinco partes em volume de água. É provavelmente a diluição que será adotada como padrão pela comunidade européia e a que, entre os métodos expeditos, mais reduz a probabilidade de erro em relação a umidade inicial do material pela sua maior diluição. Valores de referência para uma situação de CE ideal estão entre 0,36 a 0,65 mmho cm<sup>-1</sup>.

Outra determinação, realizada em laboratório, é a do Teor Total de Sais Solúveis (TTSS), em gramas/litro equivalente em cloreto de potássio (KCl). Ele é determinado em extrato 1:10, o que reduz a probabilidade de erro em relação a umidade inicial do material. A densidade do substrato é determinada e o volume da amostra é calculado por peso após determinada a densidade. Inicialmente é avaliada a CE, que depois é convertida por cálculo matemático no Teor Total de Sais Solúveis, levando em consideração a temperatura. Este método apresenta maior precisão porém não é prático para medições rápidas de campo. Ele requer uma agitação de três horas e uma estabilização de cerca de 20 horas. Para flores de jardim esse valor deve ficar entre 1 e 2 g L<sup>-1</sup> de substrato (equivalente a KCl).

Interpretação de valores de CE (em mmho cm<sup>-1</sup>) para vários métodos de extração segundo Cavins et al., 2000 (15).

Método de Extração				Indicação
1:5	1:2	Extrato Saturado	Lixiviado * ( <i>Pour Through</i> )	
0 a 0,11	0 a 0,25	0 a 0,75	0 a 1,0	<b>Muito Baixo.</b> 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	<b>Baixo.</b> Adequado para <i>seedlings</i> , forrações anuais e plantas sensíveis a salinidade
0,36 a 0,65	0,76 a 1,25	2,0 a 3,5	2,6 a 4,6	<b>Normal.</b> 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	<b>Alto.</b> 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	<b>Muito Alto.</b> Pode resultar em injúria devido a reduzida absorção de água. Assim como crescimento reduzido. Sintomas incluem queima das bordas das folhas e murcha..
> 1,10	>2,25	>6,0	> 7,8	<b>Extremo.</b> A maioria dos cultivos sofrerá injúrias a estes níveis. Lixiviação imediata necessária.

\* devido a variabilidade deste método, os produtores devem sempre comparar seu resultado com o extrato saturado para estabelecer faixas aceitáveis

Dependendo do aparelho utilizado, diferentes unidades de medida e escalas podem ser utilizadas para expressar a CE:

1 mmho cm<sup>-1</sup> = 1 mho X10<sup>-3</sup> cm<sup>-1</sup> = 100 mho X10<sup>-5</sup> cm<sup>-1</sup> = 1.000 µmho cm<sup>-1</sup> = 1.000 mhoX10<sup>-6</sup> cm<sup>-1</sup>, e 1 µS cm<sup>-1</sup> = 1 µmho cm<sup>-1</sup>.

Para aparelhos que avaliam em ppm, um fator de conversão: 1 mmho cm<sup>-1</sup> = 640 ppm sais totais dissolvido, pode ser utilizado.

Independente do método de avaliação, é importante ter consciência de que o excesso de sais danifica o sistema radicular, sendo sintomas a queima da borda das folhas, o amarelecimento e a paralisação do crescimento. No caso de salinidade excessiva, é importante de que a irrigação seja suficiente para que a água lave o excesso de sais pelo fundo do recipiente. Em situações normais,

métodos de lixiviação mínima devem ser priorizados para evitar a contaminação das águas subterrâneas com fertilizantes e para reduzir o custo com a adubação.

Diferentes tipos de substratos têm capacidades diversas de reter e liberar nutrientes, em especial aqueles com cargas positivas (cátions). A chamada capacidade de troca de cátions ou CTC, está relacionada diretamente com o poder tampão do substrato, que é a capacidade de manter uma certa estabilidade nutricional para a planta, retendo excesso de sais, reduzindo assim o risco de danos às plantas em caso de adubações excessivas e liberando os nutrientes retidos em momentos de baixa concentração na solução, reduzindo as deficiências nutricionais. Materiais com partículas pequenas como as argilas e a matéria orgânica humificada têm alta CTC. Em substratos porém sua participação fica limitada devido às suas propriedades físicas associadas, como a alta densidade e retenção de água e o baixo espaço de aeração. Valores de CTC entre 6 e 15 meq/100 cc (ou cmolc/100 ml) são em geral adequados.

#### Valor de pH

O valor de pH é definido quimicamente como a atividade do íon hidrogênio, expressa como logaritmo negativo da sua concentração, e determina a acidez relativa de um meio. O pH é de grande importância para o crescimento da planta devido ao seu efeito na disponibilidade de nutrientes, em especial de microelementos.

A faixa de valor de pH considerada como "ideal" para os cultivos varia de acordo com diversos autores (TABELA 1). Porém somente um valor dentro dessa faixa "ideal" não é suficiente, sendo necessário o suprimento equilibrado de micronutrientes, nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre em fertilizantes e uma relação Cálcio/Magnésio entre 2 e 10 para um desenvolvimento adequado das plantas. Segundo esses autores, a baixa solubilidade do ferro em um valor de pH maior que 6,5 e a elevada solubilidade do manganês em valor de pH abaixo de 5,5 são os maiores problemas (FIGURA 4).

Os problemas mais frequentes relacionados ao valor de pH fora da zona ideal são: a fitotoxicidade por excesso de manganês solúvel em valores de pH

abaixo de 5,4, e a toxidez do ferro, zinco e cobre, se esses estiverem presentes em quantidades significativas no substrato. Um valor de pH acima de 6,2 pode levar a problemas com deficiência de ferro em hortênsia e amor-perfeito, assim como deficiência de boro em amor-perfeito, alegria-de-jardim e petúnia.

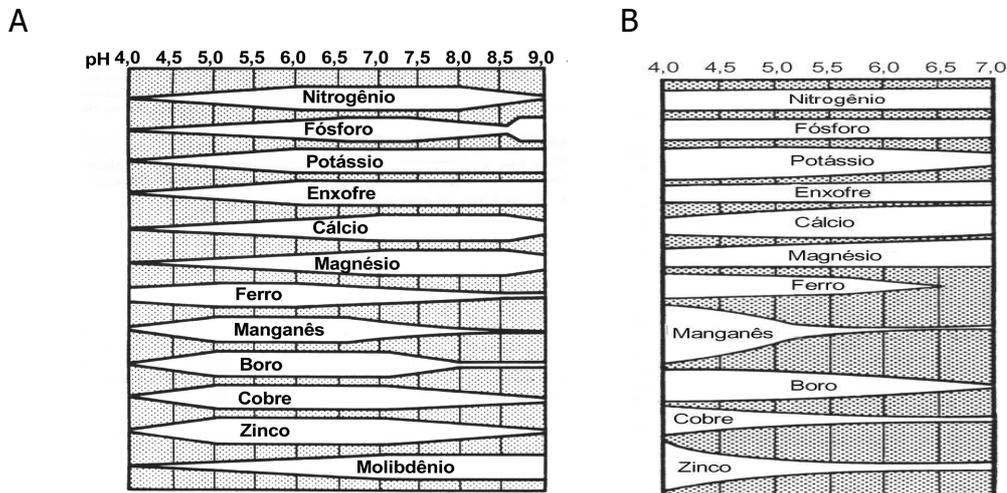
**TABELA 1** – Valores recomendados de pH (em água) de acordo com o cultivo. Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre (RS), 2001.

Presença de solo mineral na mistura	Tipo de Cultivo	Valor de pH	Referência
sem	Cultivos em geral	5,5 e 6,3	Handreck & Black (1999)
	Cultivos em geral	5,4 e 6,0	Fonteno (1996)
	Cultivos em geral	5,4 a 6,4	Bailey <i>et al.</i> (2000b)
	Azaléias e hortênsias	< 5,4	Bailey <i>et al.</i> (2000b)
	Lírios	6,5 a 6,8	Fonteno (1996)
	Lisianthus	6,4	Handreck & Black (1999)
	Gerânios, sálvia e asters	5,8 a 6,3	Handreck & Black (1999)
	Samambaias, bromélias, azaléias e coníferas	4,5 a 5,0	Kämpf (2000a)
com	Cultivos em geral	6,2 e 6,8	Fonteno (1996)
	Cultivos em geral	6,0 a 6,7	Handreck & Black (1999)

Em substratos com solo mineral, valores mais elevados de pH são recomendados (TABELA 1), pois o fósforo combina-se com ferro e alumínio na forma de compostos insolúveis em pH abaixo de 7, reduzindo a quantidade desse nutriente em solução.



**FIGURA 4** – Variação da disponibilidade de nutrientes para as plantas em solo (A) e em substratos orgânicos (B) segundo Handreck & Black (1999).



Observe as diferenças entre estes dois tipos de substrato.

Veja que quanto mais larga é a faixa do nutriente em um determinado valor de pH, mais disponível fica este nutriente à planta. Quanto mais fina for a faixa, menos o nutriente estará disponível na solução do substrato.

Por exemplo:

Em substrato com solo mineral (terra) na sua composição: existem no solo argilas e óxidos que retêm fortemente o fósforo na faixa de valores de pH abaixo de 5,5 . Assim, a linha nessa faixa fica mais fina.

Em substrato sem solo mineral (sem terra): não existem argilas e óxidos, e as faixas são mais parelhas, sem tanta variação. Podemos fazer o cultivo com um pH mais baixo, que não haverá falta de fósforo.

A faixa ideal é quando temos, em média, a maior disponibilidade geral de todos os tipos de nutrientes. É claro que existem pequenas variações conforme a composição do substrato e o tipo de planta que está sendo cultivada, mas esse comportamento é um indicativo da importância do controle do pH na disponibilidade de nutrientes às plantas.