

CAPÍTULO 2. SISTEMA SOLO NO CULTIVO DE FLORES EM JARDINS

Vanderlise Giongo Petreere

Embrapa Semi-Árido - BR 428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, CEP 56.300-900, Petrolina (PE). E-mail: vanderlise@cpatsa.embrapa.br

Tony Jarbas Ferreira Cunha

Embrapa Semi-Árido - BR 428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, CEP 56.300-900, Petrolina (PE). E-mail: tony@cpatsa.embrapa.br

Marcos Brandão Braga

Embrapa Semi-Árido - BR 428, Km 152, Zona Rural, Caixa Postal 23, CEP 56.300-900, Petrolina (PE). E-mail: marcos.braga@cpatsa.embrapa.br

A diversidade de climas e solos no Brasil permite o cultivo de inúmeras espécies de flores e plantas ornamentais, de diversas origens como nativas e exóticas, de clima temperado e de clima tropical.

Em jardins, compondo canteiros ou vasos, o solo é o principal meio para a nutrição mineral das plantas. É um meio extremamente heterogêneo por possuir propriedades que mudam rapidamente tanto no tempo como no espaço. Apresenta fases sólida, líquida e gasosa em proporções similares. Os principais componentes do solo incluem minerais inorgânicos e partículas de areia, silte e argila, formas estáveis da matéria orgânica derivadas da decomposição pela biota, a própria biota, composta de minhocas, insetos, bactérias, fungos, algas e nematóides, água, gases como O_2 , CO_2 , N_2 , NO_2 . O solo, como um sistema natural vivo e dinâmico, regula o desenvolvimento das plantas, pois, em síntese, serve como meio para o crescimento, através do suporte físico, disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio para as raízes, além de atuar na transformação de compostos orgânicos, ciclando nutrientes.

A adoção dos conceitos de qualidade e sustentabilidade do sistema do solo que devem ser considerados nos cultivos, inclusive no de flores e outras plantas ornamentais em jardins, insere automaticamente a preocupação com a preservação do ambiente, no qual o solo se encontra livre de agentes biológicos e químicos prejudiciais à vida. Neste contexto será descrito a seguir a importância da avaliação da fertilidade do solo, os principais corretivos e fertilizantes, a adição de biomassa, compostos orgânicos e a utilização de substratos como mecanismos que podem contribuir para a o cultivo de flores.

AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO

Vários métodos podem ser utilizados para a avaliação da fertilidade, baseado na observação e/ou análise da planta ou na análise química do solo. Todos buscam identificar quais são as limitações ao pleno desenvolvimento das plantas, mas nenhum deles é indicado para todos os casos. Cada um apresenta algumas vantagens e limitações, sendo sua utilização dependente da escolha criteriosa de um técnico. Os métodos mais empregados são: a) estudo dos sintomas visuais de deficiência, b) análises de tecido vegetal e c) análise de solo.

a) Estudos dos sintomas visuais de deficiência

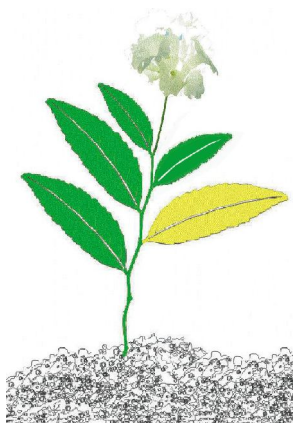
Em termos médios, uma planta contém 85 a 90% de água, ou seja dois elementos químicos, o hidrogênio e o oxigênio. Porém para o seu pleno desenvolvimento, as plantas necessitam de outros elementos químicos, provenientes do solo (solução do solo), do ar (nitrogênio e carbono na espécie de CO_2) ou de fertilizantes. Estes elementos químicos, também chamados de nutrientes, podem ter uma classificação quanto ao critério de essencialidade (essenciais e benéficos) ou quanto à quantidade absorvida (macro, meso e micronutrientes).

A baixa disponibilidade de um nutriente no solo pode provocar o aparecimento de um sintoma visual de deficiência na planta, que algumas vezes é facilmente detectável. Assim, a falta de nitrogênio produz o amarelecimento das folhas, e a falta de potássio provoca uma clorose e posterior necrose das folhas a partir dos bordos. Algumas plan-

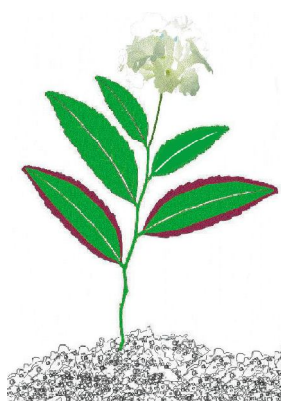
tas mostram claramente esses sintomas, enquanto outras não apresentam sintomas nítidos. Os sintomas também podem ser confundidos com danos provocados por insetos, fungos, ação de clima ou de outros produtos químicos. Quando um sintoma é observado significa que o dano é severo e pode ser corrigido somente no próximo cultivo, quando se trata de flores anuais, ou no próximo ciclo, quando se trata de plantas perenes.

A seguir serão descritos os teores médios de cada nutriente, considerado adequado, e os sintomas de deficiência que geralmente ocorrem na maioria das plantas:

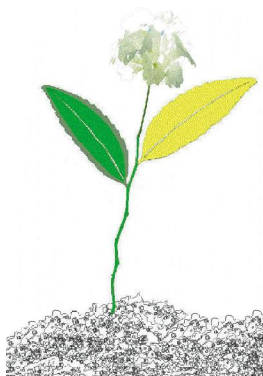
Nitrogênio (N) - os teores foliares entre 20 a 50 g.kg¹ de matéria seca são considerados adequados para o desenvolvimento das plantas. As plantas deficientes apresentam os teores foliares menores do que 10 g.kg-1, coloração verde-clara, caracterizadas por cloroses generalizadas que se apresentam principalmente nas folhas velhas.



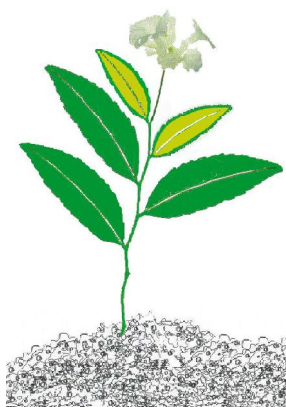
Fósforo (P) - os teores foliares entre 1 a 1,5 g.kg¹ são considerados adequados para crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam os teores foliares menores do que 1 g.kg-1. Plantas pequenas que não se desenvolvem é o primeiro sinal de deficiência de fósforo, as folhas se apresentam torcidas ou com coloração púrpura e/ou avermelhada. Em casos severos, aparecem áreas mortas nas folhas e o no caule.



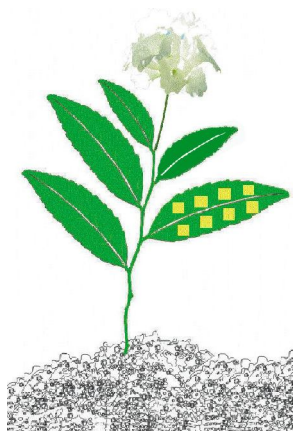
Potássio (K) - os teores podem variar entre 6 e 50 g.kg^{-1} de matéria seca. Geralmente as plantas que apresentam sintomas de deficiência possuem teores foliares menores do que 8 g.kg^{-1} . Um sintoma típico de deficiência de potássio é a necrose das margens das folhas, principalmente as mais velhas.



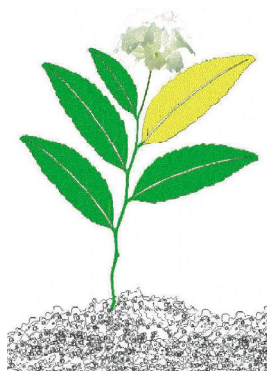
Cálcio (Ca) - os teores nas plantas variam de 5 a 80 g.kg^{-1} de matéria seca. As plantas deficientes apresentam os teores foliares menores do que 4 g.kg^{-1} . Os sintomas de deficiência de cálcio apresentam-se nas folhas jovens e nos pontos de crescimento, e em casos severos chegam a morrer.



Magnésio (Mg) - os teores podem variar de 1 a 10 g.kg^{-1} de matéria seca, porém plantas que apresentarem teores menores do que 3 g.kg^{-1} podem apresentar deficiência deste elemento e caracterizam-se pela ocorrência de clorose entre as nervuras das folhas.



Enxofre (S) - os teores foliares entre 1 a 5 g.kg⁻¹ são considerados adequados para crescimento normal das plantas. As plantas deficientes apresentam os teores foliares menores do que 1.g.kg⁻¹. Os sintomas de deficiência surgem inicialmente nas folhas jovens que se tornam uniformemente amareladas ou cloróticas.



Boro (B) - os teores foliares variam de 10 a 50 mg.kg⁻¹ de matéria seca, porém teores menores do que 15 mg.kg⁻¹ podem ser restritivos ao desenvolvimento das plantas. Os sintomas de deficiência podem variar em função das espécies, mas geralmente ocorre redução do crescimento, deformação nos pontos de crescimento, abortamento floral e fendas em ramos e pecíolos.

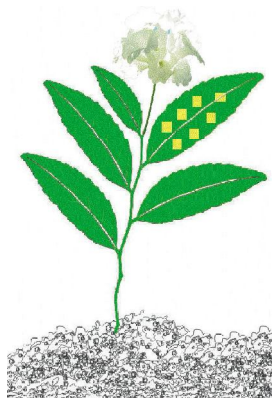
Cobre (Cu) - os teores na plantas variam de 2 a 75 mg.kg⁻¹ de matéria seca. Raramente as plantas apresentam deficiência de cobre, pois os solos possuem quantidade suficiente deste elemento. Outro aspecto importante é que caso haja uma deficiência é muito difícil de fazer o diagnóstico visual devido a interações com fósforo, ferro, molibdênio, enxofre e zinco. Também cabe salientar que o excesso de cobre pode provocar sintomas de toxidez e podem ser confundidos com a deficiência de fósforo, pois o excesso do primeiro elemento interfere na absorção do segundo. Plantas que possuem teores foliares de cobre menores 4 mg.kg⁻¹ e maiores do que 20 mg.kg⁻¹ de matéria seca, podem apresentar sintomas de deficiência e/ou toxidez, respectivamente.

Mangânês (Mn) - os teores variam amplamente em função da espécie, apresentando valores entre 5 a 1.500 mg.kg⁻¹. Para este elemento, além dos sintomas de deficiência devem-se observar os sintomas de toxidez. Os sintomas de deficiência se caracterizam por cloroses entre as nervuras que podem evoluir para manchas necróticas e ocorrem tanto em folhas jovens como velhas. Já os sintomas de toxidez são caracterizados por manchas marrons nas folhas, mais visíveis em plantas jovens.

Molibdênio (Mo) - os teores podem variar de 0,01 a 500 mg.kg⁻¹ de matéria seca. Os sintomas característicos de deficiência de molibdênio são folhas de tamanho reduzido, clorose e mosqueados de cor marrom e zonas necróticas na ponta da folha.

Zinco (Zn) - os teores podem variar de 3 a 150 mg.kg⁻¹ de matéria seca da planta. Os sintomas de deficiência são caracterizados pela presença de folhas pequenas com zonas cloróticas que terminam necrosadas.

Ferro (Fe) - O teor médio de Fe na planta é de 10 mg.kg^{-1} . O ferro é um nutriente essencial para as plantas, desempenhando função importante no transporte de elétrons tanto na fotossíntese como na respiração. As plantas expressam tanto sintomas de toxidez quanto de deficiência. Normalmente os sintomas de deficiência são presença de folhas com coloração verde clara, com estreita faixa verde ao redor das nervuras, surgindo inicialmente nas folhas mais novas. Por outro lado, os sintomas de toxicidade se caracterizam por necrose marginal de cor escura nas folhas mais velhas. Porém é importante destacar que são raros os casos de toxidez em ambientes bem drenados, pois há rápida conversão do Fe solúvel em compostos insolúveis, não disponíveis.



Cabe salientar, conforme descrito por Epstein e Bloom (2006), que os sintomas visíveis de deficiência, podem ser considerados apenas como um dos vários tipos de evidência de deficiência de um dado elemento nutriente. Vários fatores se associam para trazer considerável incerteza à diagnose que tem apenas a sintomatologia como base.

b) Análise de tecido vegetal

Análise de tecido vegetal é um método de avaliação da fertilidade do solo que consiste na determinação da concentração de nutrientes no tecido das plantas. Este método tem a vantagem de detectar deficiências de nutrientes antes da observação do sintoma visual e da conseqüente redução da produção. A interpretação da análise é feita por comparação com padrões obtidos em trabalhos de pesquisa. A análise de tecido de plantas pode ser também utilizada para detectar desequilíbrios nutricionais, presença de elementos tóxicos e doenças fisiológicas. Utiliza-se nestes casos comparações entre amostras de plantas saudáveis e de plantas com sintomas coletadas no mesmo estágio de desenvolvimento. Para a maioria das flores e plantas ornamentais ainda não há a calibração prévia para cada nutriente, pois a interpretação dos valores analíticos depende da espécie, idade e estágio de desenvolvimento. Este método é pouco utilizado para plantas anuais e mais difundido para perenes.

A amostragem de tecido vegetal deve ser representativa. No caso de flores e plantas ornamentais é recomendado, para cada área considerada homogênea, amostrar uma folha, plenamente desenvolvida, por planta (amostra simples) e o total de quinze plantas.

As amostras devem ser coletadas quando as plantas apresentarem o seu maior crescimento vegetativo, antes de atingirem o florescimento. É necessário conhecer o momento exato da coleta, pois esta varia entre as espécies. Folhas de plantas com deficiência nutricional não devem ser misturadas com folhas de plantas normais. Cada amostra deverá consistir de folhas de plantas da mesma idade e do mesmo genótipo. Não devem ser misturadas na mesma amostra folhas de plantas que não representem a condição média das mesmas. Alguns cuidados básicos na coleta, no manuseio e na armazenagem da amostra de tecido vegetal são: selecionar qual a parte da planta a ser coletada; escolher folhas livres de doenças, insetos e danos mecânicos; limpar as folhas, imediatamente após a coleta, dos resíduos de pulverização e poeira, por meio de lavagem com água limpa; evitar o contato das folhas com produtos químicos; colocar as amostras em recipientes de papel comum se for solicitado a análise de boro utilizar papel encerado, pois o papel comum contamina a amostra com o elemento; identificar a amostra e preencher o formulário com os elementos químicos a serem analisados; enviar as amostras o mais rápido possível ao laboratório, caso o tempo de chegada da amostra ao laboratório ultrapasse dois dias é adequado secar as folhas ao sol, antes do envio.

c) Análise química do solo

A análise química do solo é seguramente a ferramenta mais utilizada para avaliar a fertilidade do solo e, conseqüentemente, a necessidade e a quantidade de corretivos e de fertilizante para o cultivo de flores e plantas ornamentais. A análise química pode ser dividida em 4 etapas ou fases. 1) amostragem, 2) análise química propriamente dita, 3) interpretação dos resultados e, 4) recomendação de adubação. Desse modo, é de fundamental importância um planejamento prévio da amostragem, levando-se em conta fatores como homogeneidade do canteiro, considerando textura, cor e posição no relevo. As amostras simples devem ser retiradas do canteiro ou da área a ser ajardinada, em função da profundidade efetiva do sistema radicular. Quando for ajardinar áreas que não configuram canteiros, propriamente dito, deve-se amostrar em duas profundidades, por exemplo, de 0-20 cm e de 20-40 cm. As amostras devem ser analisadas em laboratórios idôneos e de preferência aqueles que participam do programa de qualidade interlaboratórios, coordenado por órgão oficial.

Para a interpretação dos resultados existem curvas de calibração que relacionam os teores de nutriente no solo obtidos com uma solução extratora específica e o desenvolvimento da planta obtida através de trabalhos experimentais.

CORRETIVOS E FERTIZANTES MINERAIS

Grande parte dos solos do Brasil apresenta limitações ao crescimento e desenvolvimento de flores e plantas ornamentais devido à acidez excessiva, típica de regiões tropicais e subtropicais. O processo de formação destes solos está associado a altas precipitações pluviométricas, no qual os cátions básicos são lixiviados e o pH diminui.

A aplicação de corretivos visa corrigir a acidez do solo e é indicada pelo valor de pH menor que 7,0. O pH do solo influencia a solubilidade dos nutrientes e conseqüentemente a disponibilidade dos mesmos para as plantas. Em pH igual a 7,0 todos os macronutrientes estão disponíveis para as plantas, mas o zinco, o cobre, o manganês e o ferro são insolúveis em pH alto. O ideal é chegar-se a um valor intermediário de pH onde todos os nutrientes estejam disponíveis. Outro importante efeito do aumento do pH do solo é a insolubilização e precipitação do alumínio. O alumínio é muito tóxico para as plantas, e ao ser precipitado sua absorção pelos vegetais é evitada.

Muitos minerais de reação alcalina podem ser utilizados para corrigir a acidez dos solos, como cal virgem, cal apagada, calcário calcinado, conchas marinhas moídas, cinzas e resíduos industriais. No Brasil os corretivos mais utilizados são os calcários calcíticos e dolomíticos, provenientes da moagem de rochas calcáreas.

A eficiência de um corretivo de acidez pode ser muito variável em função do teor e do tipo de compostos que neutralizam a acidez do solo e tamanho das partículas. Todo produto disponível no mercado como corretivo da acidez deve estar de acordo com a legislação brasileira de corretivos.

Para corrigir os teores de macro e micronutrientes do solo utilizam-se fertilizantes, de acordo com as necessidades das plantas, para tal é necessário levar em consideração a disponibilidade do elemento no solo e a exigência do elemento. Segundo a legislação brasileira o conceito de fertilizante é qualquer substância mineral ou orgânica, natural ou sintética, capaz de fornecer um ou mais dos nutrientes essenciais às plantas.

Os principais fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos possíveis de serem encontrados no mercado para o cultivo de flores e plantas ornamentais estão descritos na Tabela

Tabela 1. Teores mínimos de nutrientes dos principais fertilizantes aplicados ao solo disponíveis no Brasil

Fertilizantes	Garantia mínima	Outros elementos químicos
Nitrogenados		
Uréia	44% de N	Sulfato de amônio 20% de N 22 a 24% de S
Nitrato de amônio	32% de N	
Nitrato de cálcio	14% de N	8 a 19% de Ca
Fosfatados		
Superfosfato simples	18% de P_2O_5 em CNA+água(1) 15% de P_2O_5 em água(2)	18 a 20% de Ca e 10 a 12% de S
Superfosfato triplo	41% de P_2O_5 em CNA+água 37% de P_2O_5 em água	12 a 14% de Ca
Fosfato monoamônico (MAP)	48% de P_2O_5 em CNA+água 44% de P_2O_5 em água	9% de N
Fosfato diamônico (DAP)	45% de P_2O_5 em CNA+água 38% de P_2O_5 em água	16% de N
Fosfato natural parcialmente acidulado	20% de P_2O_5 total(3) 9% de P_2O_5 em CNA+água 5% de P_2O_5 em água	25 a 27% de Ca, 0 a 6% de S e 0 a 2% de Mg
Termofosfato magnésiano	17% de P_2O_5 total 14% de P_2O_5 em ácido cítrico(4)	7% de Mg e 18 a 20% de Ca
Fosfato natural	24% de P_2O_5 total 4% de P_2O_5 em ácido cítrico	23 a 27% de Ca
Fosfato natural reativo	28% de P_2O_5 total 9% de P_2O_5 em ácido cítrico	30 a 34% de Ca
Escória Thomas	12% de P em ácido cítrico	20 a 29% de Ca e 0,4 e 3% de Mg
Farinha de ossos	20% de P_2O_5 total 16% de P_2O_5 em ácido	1,5% de N ≤ 15% de umidade ≤ 6% de matéria orgânica
Potássicos		
Cloreto de potássio	58% de K_2O em água	45 a 48% de Cl
Sulfato de potássio	48% de K_2O em água	15 a 17% de S

Fonte: Brasil (1993)

(1) Soma da solubilidade em citrato neutro de amônio (CNA) e em água.

(2) Solubilidade em água.

(3) Solúveis em ácidos fortes concentrados

(4) Ácido cítrico a 2%, na relação fertilizante:solução 1:100.

Para a escolha do fertilizante a ser aplicado ao solo deve-se optar pela fórmula que contenha todos os nutrientes necessários. Caso não há disponibilidade de fórmula mais apropriada, deve-se fazer o ajuste para o nutriente que estiver mais deficiente no solo.

Quando comprovada a necessidade de macronutrientes secundários e micronutrientes a aplicação via solo pode ser feita por fertilizantes simples (sais ou quelatos) ou por fórmulas NPK acrescidas com nutrientes.

Já a adubação foliar no cultivo de flores e plantas ornamentais poderá ser utilizada nos casos: de deficiência comprovada de micronutrientes; em solos alcalinos, em que a disponibilidade micronutrientes não é adequada ao desenvolvimento das plantas; plantas ornamentais bianuais ou perenes; A Tabela 2 lista os principais fertilizantes utilizados como fontes de micronutrientes e de macronutrientes secundários.

Tabela 2. Principais fontes e teores mínimos de micronutrientes e de macronutrientes secundários

Fertilizantes(I)	Elemento	Garantia mínima (%)	Outros elementos
Micronutrientes			
Ácido bórico	B	17	
Bórax	B	11	
Sulfato de cobre	Cu	13	16 a 18% de S
Sulfato de ferro(II)	Fe	19	10 a 11% de S
Sulfato de manganês (II)	Mn	26	14 a 15% de S
Molibdato de amônio	Mo	54	5 a 7% de N
Molibdato de sódio	Mo	39	
Óxido de zinco	Zn	50	
Sulfato de zinco	Zn	20	11% de S
Macronutrientes			
Enxofre elementar	S	95	
Sulfato de cálcio	Ca	16	13% de S
Cloreto de cálcio	Ca	24	
Sulfato de magnésio	Mg	9	12 a 14% de S
Kieserita	Mg	16	21 a 27% de S
Óxido de magnésio	MG	55	

Fontes: Brasil (1993); Brasil (1998); Bissani et al. (2004)

(1) Para os silicatos contendo micronutrientes (fritas), os teores mínimos são: 1% de Cu; 2% de Mn; 2% de Fe; 3% de Zn; 0,1% de Mo; 0,1% de Co e 1% de B; os produtos devem ter no mínimo dois micronutrientes. As fórmulas NPK com micronutrientes devem conter os teores expressos pelas respectivas garantias.

A utilização de fertilizantes em doses adequadas representa uma das principais etapas para o estabelecimento e condução de flores e plantas ornamentais em jardins.

MANEJO CONSERVACIONISTA DO SOLO PARA O CULTIVO DE FLORES EM JARDINS

A sustentabilidade do cultivo de flores e plantas ornamentais, no que diz respeito ao fator solo, depende da adoção de alguns princípios básicos. O primeiro é a utilização de solos adequados ao cultivo e o segundo é a utilização de técnicas de manejo e que mantenham suas propriedades favoráveis ao desenvolvimento das plantas

A seguir serão descritos parâmetros para a escolha do solo e as práticas de manejo como utilização de substratos, adição de biomassa e adubos orgânicos.

ESCOLHA DO SOLO

O solo é constituído de partículas de diferentes tamanhos. Sua parte mineral é composta de: argila, silte e areia. A diferente proporção destas partículas forma os solos arenosos, argilosos e de textura média. Os solos arenosos se caracterizam pela boa aeração o que ajuda na penetração da água e no desenvolvimento de raízes de plantas, porém não possuem capacidade de armazenar água e nutrientes. Para estes solos é adequado utilizar fontes de matérias para aumentar o teor de matéria orgânica. Os solos argilosos não são tão arejados, mas possibilitam um

grande armazenamento de água e possuem cargas negativas capazes de armazenar nutrientes com carga positiva (ex: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}) ou seja, capacidade de troca cátions (CTC). Entretanto esses mesmos solos quando apresentam grande quantidade de silte podem apresentar uma espécie de selamento superficial, que impede a infiltração de água e causa compactação, prejudicando o desenvolvimento de raízes.

Na escolha da área de plantio é importante fazer um levantamento simplificado, identificando apenas as características da terra que possam impor limitações ao cultivo de flores e plantas ornamentais, considerando-se principalmente: declividade, profundidade efetiva, textura, pedregosidade, grau de degradação, complexidade do terreno, drenagem, riscos de inundação, consistência e limitações químicas em horizontes subsuperficiais. De um modo muito abrangente o ideal para o cultivo de plantas é o solo fértil, rico em nutrientes como cálcio, magnésio, fósforo e potássio. Porém, sempre é bom avaliar cada caso, pois a textura não pode ser limitante, dependendo do que será cultivado e de outras variáveis, tais como volume de chuva que cai e temperatura que predomina na região, relevo e profundidade do terreno. No entanto, as texturas média e argilosa são recomendáveis para a maioria das culturas. Em geral, os solos arenosos retêm pouca umidade, são menos férteis, muito fáceis de sofrer erosão e não são indicados para irrigação.

ADUBOS ORGÂNICOS

Adubos orgânicos são resíduos utilizados na agricultura mas que podem ser utilizados em canteiro ou vasos pois contêm elevados teores de componentes orgânicos, como lignina, celulose, lipídios, graxas, carboidratos e óleos, principalmente. O carbono é o elemento principal existente nestes compostos, mas destaca-se também a presença de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e micronutrientes. A adubação orgânica pode ser definida como a deposição de resíduos orgânicos de diferentes origens sobre o solo com o objetivo de melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do mesmo. Em termos gerais os adubos orgânicos podem ser agrupados em:

- a) Origem animal (esterco de bovinos, suínos, ovinos, caprinos, aves e outros animais)
- b) Origem vegetal (adubos verdes e coberturas mortas)
- c) Resíduo urbano (lixo sólido e lodo de esgoto)
- d) Resíduos industriais (cinzas e outros)
- e) Compostos orgânicos (vermicomposto).
- f) Biofertilizantes (enriquecidos ou não)
- g) Adubos orgânicos comerciais

A adubação orgânica apresenta importantes vantagens:

- a) aumenta a matéria orgânica do solo,
- b) melhora a estrutura do solo,
- c) aumenta a capacidade de retenção de água para as plantas,
- d) aumenta a infiltração da água da chuva,
- e) aumenta a CTC ou seja, a quantidade de cátions (elementos químicos com carga positiva) que um solo é capaz de reter
- f) complexa ou solubiliza alguns elementos químicos tóxicos ou essenciais às plantas (Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo),
- g) diminui os efeitos tóxicos do Al e
- h) aumenta a atividade microbiana do solo.

Os resíduos orgânicos, geralmente, contêm uma pequena fração mineral, enquanto a maior parte é constituída de compostos orgânicos, os quais devem ser transformados enzimaticamente, para tornar os nutrientes disponíveis às plantas. Este processo é denominado de mineralização, sendo influenciado de acordo com o suprimento de oxigênio, com as características do material orgânico e com as condições ambientais. A relação C/N, partes de carbono por parte de nitrogênio, tem sido a característica mais usada em modelos para prever a disponibilidade de nitrogênio no solo durante a decomposição de materiais orgânicos. Os materiais com valores de C/N entre 25 e 30 apresentam equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização. Usando esses valores como base, pode-se inferir que uma relação C/N menor do que 25 a mineralização deverá superar a imobilização, resultando em aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo durante a decomposição dos resíduos culturais. Considerando que a relação C/N da microbiota decompositora de resíduos no solo apresenta valor aproximado de 10:1, e que sejam liberadas duas moléculas de CO_2 para cada carbono incorporado à biomassa microbiana, a mineralização

de N pode ocorrer com a adição de resíduos com relação C/N menor que 30:1. Esta relação de C volatilizado e C incorporado à biomassa pode, entretanto, ser muito variável, dependendo principalmente da temperatura, do suprimento de oxigênio e da umidade.

A composição físico-química dos esterco tem grande variação. A quantidade de nutrientes, especialmente de N, P_2O_5 e K_2O , está diretamente relacionada com o teor de massa seca dos esterco. O esterco é considerado sólido se a matéria seca for maior que 20%, pastoso se for de 8 a 20% e líquido se for menor de 8%. O teor de nitrogênio, fósforo e potássio está diretamente relacionado com alimentação e tamanho dos animais, e com parâmetros fisiológicos. O N é a característica principal que é usada na recomendação de adubação, em função de ser o nutriente que as plantas mais necessitam, sendo que a forma amoniacal, é a espécie disponível para a planta no momento da aplicação dos esterco. O aproveitamento da urina nos estábulos ou pocilgas é fundamental porque, em média, 50% do N existente nos dejetos animais é proveniente da mesma.

O efeito dos esterco no rendimento das culturas é função da dosagem a ser utilizada, a qual, para ser definida, depende diretamente da densidade ou massa seca dos esterco que são disponíveis na propriedade rural. Após feita a determinação da densidade do material e correlacionando-a com o teor de nutrientes, é possível recomendar a adubação orgânica isolada ou associada a adubação mineral.

A distribuição do esterco no solo merece alguns cuidados, os quais estão relacionados com os horários de aplicação no solo e sua incorporação ou não. Os horários para a aplicação devem ser até 10 horas da manhã, principalmente em dias quentes ou à tardinha. O esterco não incorporado ao solo pode perder, em média, 30% do nitrogênio.

As fontes de matéria orgânica podem apresentar teores bastante diferenciados de N, P_2O_5 e K_2O . No cálculo da quantidade de nutrientes contidos em uma tonelada de esterco sólido, ou 1000 litros de esterco líquido, deve-se considerar a concentração de nutrientes na matéria seca e o índice de eficiência de liberação do nutriente, da forma orgânica para a mineral, no primeiro e segundo ano.

Vale salientar que para o cultivo de flores e plantas ornamentais os adubos orgânicos constituem uma excelente fonte para o aporte de microelementos, via de regra não contemplados nas formulações químicas convencionais que se limitam aos macroelementos.

USO DE SUBSTRATO

A produção de mudas e, muitas vezes, o próprio cultivo de grande parte das plantas ornamentais anuais não ocorre diretamente no solo e sim em caixas (sementeiras), sacos, vasos, preenchidos com misturas especialmente preparadas, as quais denominam-se substrato.

A legislação brasileira traz uma definição genérica para substrato: produto usado como meio de crescimento de plantas. Porém, tem sido mais freqüente o uso de uma definição mais específica para substrato: produto usado em substituição ao solo, para a produção vegetal, geralmente em recipientes e muitas vezes em ambiente protegido, formulado com um ou mais componentes orgânicos ou inorgânicos, servindo de suporte para as plantas, podendo ainda regular o fornecimento de nutrientes e água. Porém, a turfa, um dos substratos mais consagrados no mundo, não deixa de ser um solo, pois se enquadra na ordem dos Organossolos, pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

No passado, ao preencher um recipiente com solo mineral, o produtor buscava um material que permitia fixação e que fornecesse nutrientes para a planta. Entretanto, devido a problemas relacionados à contaminação do solo por ervas daninhas, pragas e doenças, o solo vem sendo substituído por outros materiais que têm por finalidade fixar as plantas e oferecer condições físicas adequadas para o seu desenvolvimento. O substrato como fornecedor de nutrientes deixou de ser relevante, uma vez que os nutrientes podem ser fornecidos pela adubação.

Há uma grande diversidade de substratos, os quais diferem entre si pelos atributos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos, podendo ser natural, sintético (espuma fenólica, lã de rocha), residual (esterco, bagaço de cana, fibras de algodão), mineral (perlita e vermiculita) ou orgânico (turfa, casca de árvores decompostas, fibra de coco). No Brasil, diferentes matérias-primas de origem mineral e orgânica são usadas puras ou em misturas para compor substratos para plantas. Como exemplo cita-se a casca de arroz (in natura, carbonizada ou queimada), vermiculita, espuma fenólica, areia, subprodutos da madeira como serragem e maravalha, fibras em geral, compostos de lixo domiciliar urbano ou de resíduos vegetais.

A superioridade das plantas conduzidas em diferentes substratos, dependerá das propriedades do substrato, como por exemplo, firmeza, volume relativamente constante quando seco e úmido, capacidade de retenção de água,

porosidade, drenagem, aeração, sanidade, baixo nível de salinidade e boa disponibilidade de nutrientes.

Um substrato ideal deve ter baixa densidade, boa fertilidade, composição química e física uniforme, pH adequado, elevada capacidade de troca de catiônica, boa capacidade de retenção de água, boa aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes e ser preferencialmente um meio estéril.

Difícilmente, em um único material, são encontradas todas as características para uso como substrato. Devido a isso, torna-se necessário o uso de condicionadores, como areia, produtos de compostagem, casca de arroz carbonizada, fibra de coco, isopor, dentre outros, para proporcionar melhorias às propriedades do substrato de cultivo.

O cultivo de mudas de plantas ornamentais em sistemas que utilizam substratos necessita de irrigação e fertilização freqüentes. Sendo assim, é muito importante realizar uma caracterização química e física do material, na qual são analisados pH, CTC, Na, matéria orgânica, densidade, porosidade e capacidade de retenção de água. Os valores considerados ideais podem variar entre as espécies ornamentais.

Um substrato muito utilizado antigamente era o xaxim, extraído do caule da samambaiçu (*Dicksonia sellowiana* Hook), planta atualmente na lista das ameaçadas de extinção. Várias são as alternativas de substratos propostas para substituir o xaxim, entre elas destacam-se: misturas contendo casca de pinus + isopor + carvão, vermiculita + casca de arroz carbonizada + carvão + isopor, casca de pinus + carvão, casca de pinus, mistura de areia + Plant-max® (composto à base de cascas processadas, vermiculita expandida, turfa processada e carvão granulado) raízes de samambaia-real (*Osmunda regalis* L.), terra orgânica, caroço de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) e coco em pó.

Também há uma grande variação de pH entre os diversos substratos. A serrapilheira de Pinus apresenta pH entre 3,9 e 5,5; a turfa entre 3,0 e 4,5; as cascas entre 6,0 e 6,8; a perlita entre 6,6 e 7,2; as lãs minerais e a argila expandida têm pH aproximado de 7,0 e a vermiculita entre 5,5 e 9,0.

As exigências de pH das diversas plantas ornamentais também variam (por exemplo: roseiras: pH entre 5,5 e 6,0; copo de leite: pH próximo de 6,0; crisântemo em vasos: pH entre 5,5 e 6,0. sendo necessário que, para determinadas plantas, sejam escolhidos substratos com pH adequado, a menos que haja possibilidade de correção prévia.

A capacidade tampão da acidez dá idéia das alterações que podem ocorrer no pH do meio com a adição de fertilizantes ou águas de irrigação ricas em carbonatos. Os substratos orgânicos resistem mais a alterações no pH, enquanto os inorgânicos podem sofrer alterações bruscas, podendo passar de fortemente ácidos a fortemente alcalinos e vice-versa. O grau de decomposição do substrato é importante por dar informações sobre a relação entre densidade e espaço poroso total.

Tabela 4. Características físicas e químicas de alguns substratos usados em cultivo

Características	Substrato (1)									
	Areia fina	Cascalho	Argila expandida	Lã mineral	Vermiculita	Cascas	Serragem fresca	Turfa		
Capacidade de retenção água	Alta	Baixa	Baixa	Alta	Alta	Moderada	Moderada	Alta		
Porosidade de aeração	Baixa	Moderada	Alta	Alta	Moderada	Moderada	Alta	Moderada		
Tamanho das partículas	Peq.	Grande	Grande	Fibras	Médio	(2)Médio	Médio	Médio		
Densidade aparente	Alta	Alta	Moderada	Baixa	Baixa	Moderada	Baixa	Baixa		
Ação capilar	Moderada	Baixa	Baixa	Alta	Alta	Alta	Moderada	Baixa		
Perda de água por evaporação superficial	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Alta	Alta	Baixa	Alta		
Perda da estrutura com o uso continuado	Baixa	Nenhuma	Baixa	Moderada	Moderada	Moderada	alta	Moderada		
Possibilidade de reutilização	Boa	Boa	Boa	Ruim	Boa	Não usual	Não usual	Não usual		
pH	7,2	6,9	6,6	7,1	7,3	5,8	6,0	6,5		
CTC (mg/l)	Baixa	baixa	baixa	Baixa	Alta	-	Baixa	-		
Concentração de sódio (mg/l)	20	-	16	-	-	-	-	50		

Adaptado de Morgan (1998). (1)Com diferentes processamentos e origens, os mesmos substratos podem apresentar variações nas características. (2)Varia de acordo com o grau de moagem.

Observa-se que quanto maior o tamanho das partículas, ou seja, quanto menos decomposto for o substrato, menor será a densidade aparente e maior o volume total de poros.

No que diz respeito à CTC, esta pode variar largamente entre os diversos materiais ou misturas usados como meios de cultivo (Tabela 4), desempenhando papel fundamental na reserva de nutrientes para as plantas ornamentais.

A capacidade de retenção de água pelo substrato também deverá ser levada em consideração quando da aquisição do mesmo, pois vai determinar a frequência de irrigação. Quanto menor o tamanho das partículas, maior a retenção de água, porém, se as partículas forem extremamente pequenas, podem ocorrer asfixia radicular.

LITERATURA CONSULTADA

ALMEIDA, E.F.A.; PAIVA, P.D. de O. *Cultivo de copo-de-leite*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p.30-35, 2005.

ALVAREZ, V.H.; FONTES, L.E.F.; FONTES, M.P.F. *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil*. SBCS/UFV, 1996.

BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; PIVETTA, K.F.L.; SANTOS, J.M. dos. *Cultivo de rosas*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p.20-29, 2005.

BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, M.S.; STRINGHETA, A.C.O. *Cultivo de crisântemo para corte*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p.36-43, 2005a.

BARBOSA, J.G.; GROSSI, J.A.S.; BARBOSA, M.S.; BACKES, F.A.L. *Cultivo de crisântemo em vasos*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 26, n. 227, p.44-49, 2005b.

BISSANI, C. A. e BOHNEN, H. Micronutrientes. In: *Fertilidades dos solos e manejo da adubação de culturas*, Gênese, Porto Alegre, 2004. p. 221-237.

BUCKMAN, H.O. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedade dos solos*. 7.ed. Tradução de A. B. de Figueiredo Filho. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 1989. 594p.

BRASIL. *Inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura*. Legislação (Brasília). 1993. 88p.

BRASIL. Decreto nº 86.955 de 18/02/82; Portaria nº 1 de 04/03/83 e Portaria nº 280 de 30/09/98.

BROWN, L. R. *Estado do mundo 2000*. Relatório do Worldwatch Institute sobre o avanço em direção a uma sociedade sustentável. Salvador: UMA Editora, 2001.

CASTRO, A.C.R, LOGES, V.; COSTA, A.S.A. da; CASTRO, M.F.A. de; ARAGÃO, A.S. de WILLADINI, L.G. *Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes*. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 42, n. 9, Sept. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2007000900012&lng=en&nrm=iso>. access on 06 Apr. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2007000900012.

COSTA, M.B.B DA. *Adubação verde no Sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. *Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas*. Londrina: Editora Planta, 2006, 403p.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. *Elementos requeridos à nutrição de plantas*. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ VENEGAS, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). *Fertilidade do Solo*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. *Micronutrientes*. In: FERNANDES, M. S. (Ed). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: Sociedades Brasileiras de Ciência do Solo, 2006. p. 327-374.
- FURLANI, A.M.C. *Nutrição mineral*. In: KERBAUY, G.B. *Fisiologia vegetal*. Rio de Janeiro, Guanabara koogan, 2004. p.45-75.
- MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. & OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba, Potafos, 1989. 201 p.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2. ed. San Diego: Academic, 1997.
- MORGAN, L. *Hydroponic substrates: practical Hydroponics and greenhouses*. Narrabeen: Casp, 1998, p.20-31.
- NELL, T.A.; BARRET, J.E.; LEONARD, R.T. *Production factors affecting post production quality of flowering plants*. Hortscience, v.32, n.5, p.817-819, 1995.
- PAIS, I; JONES JUNIOR, J.B. *The handbook of trace elements*. Boca Raton, St. Lucie Press, 1996. 223p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 5 ed. Viçosa, MG. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100p.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais*. Editora Nobel, 1988. 549 p.
- SELBACH, P.A.; SÁ, E.L.D. de. *Fertilizantes Orgânicos, Organominerais e Agricultura Orgânica*. In: *Fertilidades dos solos e manejo da adubação de culturas*, Gênese, Porto Alegre, 2004. p175-186.
- SILVA, D. J.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. *Avaliação da fertilidade do solo*. In: *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação*, Recife, Pernambuco, Brasil, 1998. p.44-64.
- WESTERMAN, R.L. *Soil testing and plant analysis*. Madison, Soil Science Society of América; p.172-200; 1973.
- WIETHÖLTER, S. *Calagem no Brasil*. Passo Fundo, Embrapa/Trigo, 2000. 104p. (Documentos, 22)