



ADUBAÇÃO DE PLANTAS EM RECIPIENTES, MUDAS, PLANTAS ENVASADAS E SLABS

José Augusto Mendes Taveira
Plântula Consultoria

Agroflorestal

Na Economia competitiva dos tempos atuais, o Cultivo em ambientes protegidos exige precisão nas decisões. A produção de plantas e mudas de alta qualidade se inicia muito antes do plantio propriamente dito, com a escolha e manejo adequado dos substratos, análise química da água de irrigação e possíveis ajustes e correções quando necessário, escolha de fertilizantes adequados, emprego de injetores e um rigoroso programa de monitoramento de todo conjunto. O sistema radicular de plantas em bandejas, vasos ou Slabs está confinado num volume infinitamente menor do que a nível de campo, no cultivo em solo da Agricultura tradicional. A Nutrição Mineral das plantas nestas condições tem de ser precisa uma vez que as mudas não tem como explorar um volume maior de substrato para compensar eventuais carências ou desbalanços.

Qualidade de Água

Antes de se iniciar a montagem de qualquer programa nutricional no cultivo protegido para plantas em recipientes, o primeiro fator a ser analisado é a qualidade das possíveis fontes de água do viveiro. Para recipientes como bandejas de mudas, com células pequenas e em épocas quentes do ano, muitas vezes são necessárias diversas irrigações ao longo do dia, assim a influência da qualidade da água nas propriedades Químicas do substrato é muito grande. Existe uma falácia entre técnicos da área Agrônômica que atuam neste setor, de que no Brasil não existem problemas com qualidade de água. Por experiência do autor ao longo de muitos anos de atuação nesta área, em todo país, já tive oportunidade de se deparar com vários casos de problemas graves em formação de mudas e cultivos em geral, causados por água com qualidade inadequada.

As Tabelas 1 e 2 trazem ótimas referências para se aferir padrões de qualidade de água para viveiros, segundo duas óticas distintas, na primeira os autores separam limites para valores “desejáveis” e “limite superior”. Na segunda o autor separa as propriedades em categorias de risco relativo para as plantas, variando de “nenhum risco”, “pequeno”, “moderado”, “alto” e “severo”.

Uma vez detectado problema na qualidade da água de um determinado viveiro, a opção mais econômica é procurar outra fonte de água de melhor qualidade. Nem sempre há esta disponibilidade, e caso o problema detectado seja elevada Salinidade (valores elevados de Condutividade Elétrica ou “EC”), o método mais comum para tratamento é a Osmose Reversa, no qual este equipamento força a água salina através de uma membrana semi-permeável, que desta maneira consegue retirar de 90 a 99% dos sais presentes na água. Temos conhecimento de um viveiro de mudas de Laranja no Estado de São Paulo, que foi forçado a adotar esta solução, em função da baixa qualidade da água retirada de um poço artesiano de mais de 370 metros de profundidade.

Quando a opção da Osmose Reversa não é viável economicamente para um determinado viveiro, existe a possibilidade do viveiro trabalhar com taxas mais elevadas de lixiviado, como prática de manejo, evitando deste modo um acúmulo excessivo de sais no substrato. Isto é mais complicado para viveiros que trabalham com propagação de plantas (“plugs”), tanto para mudas de sementes quanto estaquia em bandejas e tubetes de reduzido tamanho.

Muitas vezes a inadequação da qualidade da água pode estar restrita a um ou mais nutrientes ou elemento, sem que atinja uma restrição no nível salino (EC). Formas reduzidas solúveis de Ferro (Fe) e Manganês (Mn) podem ser oxidadas a formas insolúveis quando em contato com o ar, que se precipitam, sendo assim eliminadas ou tendo seus níveis bastante reduzidos a níveis toleráveis dentro dos parâmetros de qualidade. Para isto basta fazer um “spray” no ar com a fonte de água num grande reservatório, e permitir assim a decantação das formas insolúveis que serão oxidadas.

Para o caso da presença do elemento Sódio (Na) na água, dependendo do nível que é encontrado, e desde que esta presença não atinja níveis que salinizem em excesso a água, podemos remediar esta presença indesejada, compensando com a adição de níveis um pouco mais elevados de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) na solução de fertirrigação das plantas. Para isto existe uma referência que é a Razão de Adsorção de Sódio (RAS) ou “SAR” na denominação Inglesa para “Sodium Adsorption Ratio”, dado pela fórmula abaixo:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}}{\sqrt{\frac{\text{Ca} + \text{Mg}}{2}}}$$

Onde temos a Concentração de Sódio (Na), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) expressos em Miliequivalente por litro (mEq/L), dissolvidos na água, para calcular a “SAR”.

A Tabela 3, traz uma referência cruzada entre a Razão de Adsorção de Sódio (“SAR”) e a Condutividade Elétrica (EC) da água, definindo limites para sua utilização.

Tabela 3. Qualidade de Água X SAR X EC

Qualidade	SAR	EC (mS/cm)
Excelente	3	0,25
Boa	3 – 5	0,25 – 0,75
Aceitável	5 – 10	0,75 – 2,0
Duvidosa	10 – 15	2,0 – 3,0
Inadequada	>15	>3,0

Fonte: D.Flood, British Columbia, 2005

Vale lembrar que esta tabela é apenas um guia de caráter genérico, e que para culturas mais sensíveis (como diversas espécies de Ornamentais) níveis salinos apresentados como bons ou aceitáveis (0,25-0,75 e 0,75 – 2,0 mS/cm) podem não ser adequados.

“Águas duras” com excesso de Cálcio e Magnésio, podem ser tratadas num processo de “amolecimento”, no qual estes dois cátions são substituídos por Potássio (K).

Carbonatos e Bicarbonatos podem ser eliminados com a injeção de ácidos (Nítrico, Sulfúrico ou Fosfórico). Vale ressaltar o risco de se lidar com ácidos, que são altamente cáusticos, e devem ser manipulados somente por pessoal treinado e com os devidos EPI’s (equipamentos de proteção Individual).

Excesso de Flúor (F) pode ser removido com Alumina ou Carvão Ativado. Manter o pH da solução e do substrato na faixa entre 6,0 e 6,5 pode prevenir danos causados por este elemento, todavia isto nem sempre é possível para diversos grupos de plantas, em função da susceptibilidade a deficiências de Microelementos, principalmente Ferro (Fe) e Manganês (Mn).

O microelemento Boro (B) aparece na água como Anion na forma de Borato (BO_3^{-3}), e pode ser removido por sistemas trocadores de Anions.

Fatores que afetam a Nutrição Mineral de Plantas

A Nutrição Mineral é o fator preponderante para o crescimento das plantas, desde que outros fatores como irrigação, drenagem, luz, etc, não estejam limitando severamente o crescimento.

Há diversas práticas de manejo e fatores ambientais que afetam direta ou indiretamente a nutrição das plantas. Podemos ressaltar dez fatores: 1. Substrato, 2. pH do meio, 3. Capacidade de Troca Catiônica (CTC), 4. Qualidade da água, 5. Quantidade de água, 6. Temperatura (principalmente ao nível radicular), 7. Forma/tipo de recipiente e enraizamento resultante, 8. Luz, 9. Doenças, 10. Insetos.

O pH do Substrato tem extrema importância na disponibilidade dos Nutrientes para as plantas produzidas em recipientes. Em função das limitações de Porosidade que solos minerais

trazem consigo, em todo mundo moderno não se empregam solos minerais em substratos para viveiros profissionais. A faixa de maior disponibilidade dos principais nutrientes para substratos sem solo é geralmente um ponto abaixo daquela para solos minerais. Assim para uma melhor nutrição da grande maioria das espécies, o ideal é manter o pH entre 5,5 e 5,8 conforme demonstra a Figura 1.

A Condutividade Elétrica (EC) tanto no Substrato quanto das soluções nutritivas nas fertirrigações pode afetar e até mesmo matar as plantas produzidas em recipientes, quando atingem valores acima da tolerância específica para cada grupo de planta ou espécie. Por outro lado, se esta for muito baixa, as plantas podem sofrer por deficiências minerais de um ou mais elementos, podendo perder qualidade e aumentar consideravelmente o tempo para sua formação. Como a interpretação de valores de Condutividade Elétrica (EC) no Substrato depende diretamente da proporção de água utilizada na diluição deste, é fundamental sempre relacionar o valor do EC ao método de análise (ou diluição empregado), conforme pode ser visto em detalhes na Tabela 4, que compara cinco métodos. Para a Condutividade das soluções nutritivas é sempre importante consultar a literatura disponível, para verificar o grau de tolerância ou sensibilidade de uma cultura específica. É o caso do Tomate por exemplo que tolera elevados valores de EC, ao passo que com estes mesmos valores podemos matar plantas como Bromélias e Orquídeas.

Nutrientes Minerais

Dos elementos que permitem as plantas crescerem e se multiplicarem, temos o Carbono (C), Oxigênio (O), e Hidrogênio (H), que são obtidos através do gás Carbônico (CO₂) presente na atmosfera, Oxigênio e Hidrogênio presentes na água e no ar.

Todos os demais são obtidos do Substrato, absorvidos pelas plantas através do sistema radicular. Temos os Macroelementos, que são aqueles encontrados nas plantas em maiores concentrações: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), e os Microelementos: Ferro (Fe), Manganês (Mn), Zinco (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdênio (Mo), Níquel (Ni) e Cloro (Cl).

Temos ainda os elementos tidos como “benéficos” para alguns grupos de plantas e situações particulares, e dentre eles podemos destacar: Silício (Si), Alumínio (Al), e Sódio (Na).

Tendo à disposição todos os Nutrientes Minerais, e assumindo que todas as demais “necessidades não nutricionais” estão atendidas, as plantas tendem a responder com um maior crescimento à medida que aumentamos a disponibilidade destes nutrientes, até um limite, onde o aumento não corresponde mais a ganhos de crescimento, e num dado ponto passamos a ter o crescimento prejudicado, momento no qual atingimos a faixa de toxidez para um ou mais elementos químicos.

Alguns dos Nutrientes Minerais são ditos “móveis” na planta, quando numa eventual falta de suprimento adequado, podem se translocar no interior da planta, das partes mais velhas para as mais novas nos pontos de crescimento. Desta maneira quando observamos sintomas visuais de carência destes elementos, eles são observados primeiro nas folhas mais velhas. Neste grupo temos o Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Molibdênio (Mo).

Já para os ditos “elementos imóveis”, observamos os sintomas de deficiência primeiramente nas partes mais novas, ou pontos de crescimento. Neste grupo temos o Cálcio (Ca), Enxofre (S), Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn) e Boro (B).

Já para o microelemento Manganês (Mn) os sintomas de deficiência tanto podem aparecer primeiro nas partes mais velhas quanto nas mais novas, dependendo da espécie de planta.

Níveis e Proporções dos Elementos Minerais

A análise típica da composição de uma planta evidencia que aproximadamente 89% de sua composição é constituída por Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O). Hidrogênio e Oxigênio são fornecidos pela água, e o Carbono é obtido através do gás Carbônico (CO₂) presente na atmosfera. Deficiências de H e O não são vistas pois uma pequena quantidade de água já atende a demanda das plantas para estes elementos. Todavia para o CO₂ nem sempre isto ocorre. Em estufas fechadas nos períodos de Outono / Inverno e com grande densidade de plantas (durante o

dia e com radiação solar), o nível de CO₂ pode cair a níveis que limitam o crescimento das plantas (entre 50 e 125 ppm de CO₂). É comum encontrarmos viveiros de Hortaliças e Ornamentais que fazem adubação Carbônica durante o dia na Europa e América do Norte.

Para os demais elementos (Macros e Micros) as proporções presentes nos servem de referência da real necessidade das plantas.

Para o Macronutriente Fósforo (P), sua presença varia de apenas 6 a 15% do teor de Nitrogênio encontrado nas plantas. Primeiro é preciso lembrar que os substratos modernos não tem solo mineral em sua composição, desta forma não há “fixação de P” como ocorre nos solos. Todo P adicionado, seja ele na adubação de base, adubos de liberação controlada e fertirrigação estarão totalmente disponíveis para as plantas. Para a grande maioria das situações e cultivos, fertilizantes com uma relação P/N de 0,15 será totalmente satisfatória. A antiga e famosa formulação 20-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) tem uma relação P/N de 0,44 e contém excesso de P. É uma formulação desenvolvida nos tempos em que se utilizava solo nas misturas de substrato. Numa solução nutritiva de fertirrigação em que o nível escolhido de N é de 250 mg/L (ppm), e a relação P/N de 0,15, necessitaremos de apenas 37,5 mg/L de P (ou 85 mg/L de P₂O₅).

Para o Potássio as relações K/N usualmente variam de 0,5 a 1,5 com um meio termo de 1,0. Muitas plantas de folhagens obtém excelente crescimento com uma relação K/N de 0,55 ao passo que plantas com flores, temos ótimos resultados com K/N = 0,83.

Já o Nitrogênio (N) é o macronutriente chave no controle do crescimento das plantas. A definição das doses ideais dependem do tipo de substrato empregado (se este “rouba N” ou não, durante o ciclo), da espécie e fase da planta a ser cultivada, e do padrão de planta a ser produzida. O N pode ser fornecido na forma de Uréia (Forma Amídica), Amoniacal (NH₄⁺) ou Nítrica (NO₃⁻). As plantas podem estocar grandes quantidade de Nitrato, todavia o mesmo não ocorre com o N Amoniacal, podendo levar a uma toxidez de Amônio. Mudanças de pequeno porte, em fase inicial de germinação são mais sensíveis a toxidez, particularmente em condições de Inverno. Na moderna Horticultura, os melhores fertilizantes formulados do mercado contem em torno de 70 a 85% do total de N na forma de Nitrato e apenas 15 a 30% na forma Amoniacal. Maior proporção de Nitratos tende a formar plantas mais robustas e fortes, ao passo que proporções elevadas de Amônio tender a formar plantas mais “suculentas”. A proporção de NO₃⁻ / NH₄⁺ também contribui para o controle de pH no substrato. Quanto mais N Amoniacal maior será a tendência para o pH cair, e para Nitrato temos o efeito contrário.

Cálcio (Ca) aparece com concentração sugerida entre 50 a 100 mg/L, Magnésio (Mg) entre 25 a 50 mg/L e Enxofre (S) 48 mg/L para SO₄⁻² (ou 16 ppm S).

As proporções entre K:Ca:Mg deve manter-se ao redor de 4:2:1 para evitar antagonismos entre estes elementos. Valores de K muito superiores a 200 mg/L costumam causar antagonismo com Ca e Mg, induzindo deficiências destes elementos, mesmo os dois estando presentes no substrato. Entre Ca:Mg devemos nos manter de 3-5:1 para evitar desequilíbrios e mútuo antagonismo. Para Cálcio é preciso lembrar que uma redução na taxa de transpiração das plantas também pode induzir uma deficiência deste elemento, mesmo que ele esteja disponível no substrato, e esteja também presente na solução nutritiva da fertirrigação.

Monitoramento ↔ Manejo

O segredo do sucesso de qualquer viveiro está diretamente relacionado a um contínuo monitoramento da Nutrição, que também é muito influenciada pelos métodos e frequências de Irrigação utilizados.

Um método que foi desenvolvido para pesquisas, mas que ganhou grande popularidade entre os viveiristas é conhecido por “PourThru”, que na tradução literal do Inglês seria “despeje através”. Neste método os recipientes (vasos / bandejas) devem ser irrigados até a saturação completa do substrato. Se o viveiro utiliza Fertirrigação a cada irrigação, deve irrigar com esta mesma solução. Caso utilize Fertirrigações espaçadas, deve irrigar com água pura e efetuar o teste um ou dois dias antes da Fertirrigação. Uma vez adotado um procedimento, é importante manter a consistência. Após a irrigação deixar o substrato estabilizar por um período entre 30 e 60 minutos. Colocar os vasos (ou bandejas) escolhidos para a amostragem sobre outro recipiente, que possa coletar o lixiviado. Aplique então água destilada suficiente para coletar 50 ml de

solução lixiviada. A Tabela 5 pode ser utilizada como referência para a quantidade de água a ser adicionada.

Tabela 5 – Volume de água destilada a ser adicionada para obter 50 ml de Lixiviado (Pour-Thru)

Recipiente	Água Adicionada (ml) (*)
10 a 15 cm	75
1 L	75
4 L	150
12 L	350
Bandejas	50

(*) Volumes estimativos, a quantidade real dependerá do substrato, da planta e das condições ambientais.

Colete o lixiviado e proceda de imediato as análises de pH e EC, com equipamento devidamente calibrado com as soluções de referência. Exagerar na quantidade de água destilada pode diluir demais a solução, afetando a análise dos resultados. Os resultados devem ser anotados numa tabela de acompanhamento da estufa, e reanalisados antes de tomar alguma ação corretiva. Para interpretação dos resultados pode ser utilizada a Tabela 4.