

Nutrição mineral de plantas

Embora possamos pensar que a área de Nutrição Mineral de Plantas seja nova no contexto da produção vegetal, sua origem é bem antiga. Já em 1840, Justus Von Liebig (considerado o Pai da Nutrição Mineral de Plantas) apresentava vários postulados, que representavam grandes avanços científicos para a época. Mesmo com as limitações científicas e tecnológicas da época, este cientista desenvolveu estudos e propôs várias teorias, as quais ainda são válidas até hoje, como por exemplo: a) *Os elementos minerais não estão casualmente presentes nas plantas, mas necessários*; b) *As plantas necessitam de 10 elementos (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S e Fe), e todos com exceção do C, H, são provenientes do solo*; c) *Espécies diferentes necessitam de quantidades diferentes dos elementos*; d) *Alguns solos são deficientes em alguns elementos que podem ser corrigidos através da adubação*; e) *O húmus não é utilizado pelas plantas, mas é fonte de nutrição das mesmas* (DECHEN et al., 2003).

Contudo, provavelmente a maior contribuição de Liebig para a Nutrição Mineral de Plantas foi o enunciado da “Lei do Mínimo”, que estabelece que a produtividade de uma cultura é limitada pelo elemento que está presente em menor quantidade. Nesse caso, mesmo se aumentarmos a concentração dos demais nutrientes, não haverá um aumento da produtividade. Esta lei conhecida como “lei do barril” (Figura 1), continua válida até hoje, podendo ser extrapolada para qualquer variável (nutricional, edafoclimática ou fisiológica) que afete direta ou indiretamente a produtividade ou a qualidade da produção agrícola.



Figura 1: Representação esquemática de Lei do Mínimo (Liebig), demonstrando que a produtividade e/ou a qualidade de produção de uma cultura é limitada pelo elemento que está presente em menor quantidade. (Fonte: Gilmar R. Nachtigall)

Os avanços na área de Nutrição Mineral de Plantas permitiram estabelecer quais nutrientes são essenciais, bem como quais contribuem para a sustentabilidade das plantas, número que tem aumentado com os avanços científicos dos últimos anos. Além disso, atualmente tem-se um melhor entendimento dos processos relacionados à absorção e redistribuição dentro do tecido vegetal, das funções destes nutrientes e dos princípios químicos e bioquímicos envolvidos nas sínteses em que participam.

Estes conhecimentos e tecnologias desenvolvidas ao longo destes anos permitem estabelecer um melhor manejo do estado nutricional das culturas, visando aumentar a produtividade e a qualidade. Devemos considerar que a eficiência da Nutrição Mineral de Plantas para obtenção dos resultados esperados, vai além do simples fato de aplicar nutrientes ao solo e/ou via foliar. Assim, a máxima eficiência no manejo nutricional passa pelo entendimento de todos os processos envolvidos, desde a absorção do nutriente até a sua utilização adequada para expressar a produtividade e/ou qualidade de produção.

PONTOS IMPORTANTES PARA A NUTRIÇÃO DE PLANTAS

A produção vegetal tem como ponto básico o processo fotossintético, o qual, de uma forma generosa, pode considerar como a “reação que alimenta o

mundo”. Este processo pode ser descrito de uma forma bem simplificada, como sendo um processo biológico realizado através da clorofila presente nas plantas verdes, envolvendo de uma absorção de água e minerais do solo e de CO₂ do ar, na presença de luz, para a produção de energia.

Para que possamos compreender melhor estes processos relacionados a Nutrição de Plantas, devemos ter claros alguns conceitos básicos (BARBER, 1984) como:

- Nutriente disponível:** É aquele que está presente na solução do solo e pode se mover para o sistema radicular. Um nutriente disponível precisa também estar na forma que pode ser absorvido pelas raízes.
- Absorção de nutrientes pela planta:** Refere-se a entrada de um elemento na forma iônica ou molecular, no espaço intercelular ou qualquer região ou organela da célula viva.
- Redistribuição de um nutriente na planta:** É a transferência do elemento de um órgão ou região de acúmulo, para outro em forma igual ou diferente da absorvida (de uma folha para um fruto ou de uma folha para outra).

Embora estes conceitos sejam simples, devemos ter em mente que sempre que estivermos realizando o manejo nutricional de um cultivo, estes conceitos devem ser considerados. As dimensões de quantidade e de tempo envolvidos nestes processos definem o sucesso do manejo nutricional. Assim, não basta um nutriente estar presente no solo, ele necessita estar “disponível” para que ele possa ser “absorvido” em quantidades adequadas, bem como possa atender os drenos de produção (frutos e folhas) através da “redistribuição”.

Com relação à disponibilidade de um determinado nutriente, devemos considerar dois parâmetros: o primeiro está relacionado à “quantidade” do nutriente, representada pela porção contida nos minerais e nas reservas orgânicas, cuja liberação é lenta para as plantas, e pela porção “lábil” (disponível), cuja liberação é rápida para a solução do solo. O segundo aspecto está relacionado à “intensidade”, representado pela dinâmica dos nutrientes na solução solos, de onde as raízes absorvem prontamente (Figura 2). Estes parâmetros possuem dimensões diferentes: o fator quantidade representa um grande volume de nutrientes, enquanto que o fator intensidade representa (proporcionalmente) um pequeno volume. A dinâmica destes fatores regula a possibilidade da planta absorver um determinado nutriente na dimensão espaço x tempo.

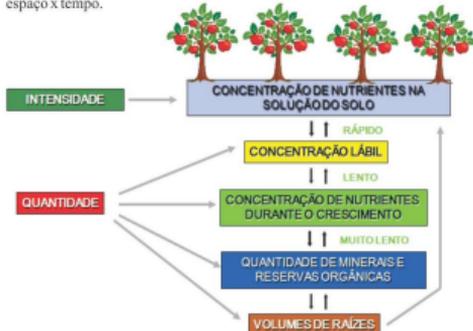


Figura 2: Esquema representativo da disponibilidade de nutrientes para as plantas, considerando os aspectos quantidade e intensidade. (Fonte: Gilmar R. Nachtigall)

A absorção dos nutrientes pelas plantas é afetada por diversos fatores endógenos e exógenos. Entre os principais fatores que afetam a absorção de um determinado nutriente, podemos citar (sem menosprezar os demais fatores):

a) **Umidade do Solo:** Podemos considerar que a água é o veículo natural de transporte dos íons para o interior da planta. Assim, o volume de água disponível no solo afeta a velocidade de absorção dos íons, de modo que a disponibilidade de água no solo afeta a velocidade de absorção da água.

Um exemplo prático e evidente do efeito da disponibilidade de água na absorção de nutrientes foi à condição da safra 2013/14 para a cultura da macieira no Rio Grande do Sul. Embora o déficit hídrico do solo tenha ocorrido em períodos concentrados em dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, os efeitos na absorção de nutrientes, aliado a própria disponibilidade de água para a planta, foram significativos na expressão do calibre da fruta e nas condições fisiológicas no armazenamento (NACHTIGALL et al., 2014).

b) **Características do Próprio Íon:** Devemos considerar que os íons apresentam velocidades de absorção diferentes, e isso deve ser considerado no manejo nutricional. Em termos gerais podemos dizer que para os ânions, o nitrato (NO^3) é absorvido mais rapidamente que o sulfato (SO_4^{2-}), que por sua vez é absorvido mais rápido que o ácido fosfórico (H_2PO_4^-). Já para os cátions, a ordem decrescente de velocidade de absorção é: $\text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Ca}^{2+}$ (DECHEM & NACHTIGALL, 2007).

O caráter prático desta condição leva a um melhor manejo nutricional das plantas, já que a partir deste conhecimento, podemos programar o melhor momento de aplicação dos fertilizantes, de modo a obter a máxima eficiência aliada a menor condição de perdas dos nutrientes por carreamento superficial, lixiviação no solo ou por volatilização.

c) **Características do Solo:** Tanto as características químicas, físicas ou biológicas do solo afetam a absorção de nutrientes. Como principais características químicas que influenciam na absorção de um determinado nutriente podemos citar o teor total do próprio nutriente, o pH do solo, o teor de matéria orgânica e o tipo de argilo-mineral presente no solo. As principais características químicas que influenciam na absorção estão relacionadas a textura, porosidade e temperatura do solo. A própria fauna microbiana, sua atividade e especificidade de degradação microbiana, também contribuem na absorção de nutrientes.

O preparo do solo e a correção de teores de nutrientes e da acidez do solo antes de implantação do pomar ou cultivo são essenciais para o sucesso da produção. Estes cuidados são maiores, tratando-se de plantas perenes, cuja vida útil do pomar pode ser planejada para 20 ou mais anos, já que após a implantação do pomar, praticamente não é possível corrigir estas características.

NUTRIENTE DEFICIENTE X SUFICIENTE

Para o entendimento das condições de deficiência ou suficiência de um determinado nutriente para as plantas, devemos levar em conta que estas condições estão relacionadas aos processos fisiológicos de crescimento ou de produção (Figura 3).

Podemos considerar que abaixo de uma determinada concentração do nutriente no tecido vegetal, definida como nível crítico, o crescimento ou a

produção são afetados negativamente, podendo chegar à condição de morte da planta pela falta de condições mínimas para a sua sobrevivência. Esta primeira faixa pode ser considerada a mais crítica para o manejo nutricional, pois representa a condição de ajuste de manejo nutricional até que se obtenha a condição ideal de crescimento e produtividade.

A segunda faixa constitui a condição ideal para a concentração do nutriente na planta, expressando o máximo crescimento ou produtividade da planta, representando a condição de equilíbrio nutricional para todos os nutrientes. Os trabalhos de pesquisa buscam exatamente estabelecer qual é a melhor condição nutricional para a máxima eficiência produtiva, a qual varia entre espécies, entre cultivares e em diferentes condições edafoclimáticas.

A última faixa representa a condição de desequilíbrio nutricional pela condição de concentração em excesso do nutriente no tecido vegetal, refletindo na redução de crescimento ou produtividade da planta.

Cada uma destas condições pode ocorrer de forma isolada para cada nutriente, porém suas consequências são expressas nas relações entre nutrientes. A forma de diagnosticar estas diferentes situações é através do monitoramento do estado nutricional da planta, através da análise foliar e/ou do fruto, da análise de solo, bem como do acompanhamento do desenvolvimento histórico do pomar ou cultura. Este tema, por sua dimensão e importância será tratado de forma mais detalhada em uma próxima edição.



Figura 2: Esquema representativo da relação entre a concentração do nutriente no tecido vegetal e o crescimento ou produção, caracterizando diferentes situações de disponibilidade nutricional. (Fonte: Gilmar R. Nachtigall)