BÁSICO EM ADUBAÇÃO FOLIAR



Módulo 1 – Fundamentos da Adubação Foliar e Nutrição Vegetal

Aula 1 – Introdução à Adubação Foliar: Conceitos, Importância e Aplicações

Introdução

O desenvolvimento saudável das plantas depende de diversos fatores, como água, luz solar, temperatura adequada e disponibilidade de nutrientes. Assim como os seres humanos precisam de uma alimentação equilibrada, as plantas necessitam de elementos minerais para crescer, produzir folhas, flores, frutos e sementes.

Na agricultura, garantir essa nutrição é uma das principais preocupações dos produtores. Afinal, mesmo quando uma cultura recebe água e luminosidade suficientes, a falta de determinados nutrientes pode comprometer seu desenvolvimento e reduzir a produtividade.

É nesse contexto que a adubação foliar se apresenta como uma alternativa importante. Essa técnica permite fornecer nutrientes diretamente às folhas, complementando a alimentação que as plantas recebem por meio das raízes.

Embora seja utilizada em diferentes culturas agrícolas, a adubação foliar exige conhecimento e planejamento. Sua eficiência depende da necessidade nutricional das plantas, das características do fertilizante e das condições em que a aplicação é realizada.

Nesta aula, vamos conhecer os fundamentos dessa prática, compreender suas principais vantagens e limitações e identificar as situações em que ela pode contribuir para o manejo nutricional das culturas.

1. O que é adubação foliar?

A adubação foliar é uma técnica agrícola que consiste na aplicação de fertilizantes contendo nutrientes sobre as folhas das plantas. Geralmente, esses produtos são diluídos em água e distribuídos por meio de equipamentos de pulverização.

Diferentemente da adubação convencional, na qual os nutrientes são fornecidos ao solo para posterior absorção pelas raízes, a adubação foliar utiliza a superfície das folhas como uma via adicional de entrada de nutrientes.

Quando a solução entra em contato com as folhas, parte dos nutrientes pode atravessar suas estruturas externas e alcançar os tecidos vegetais. Depois de absorvidos, esses elementos participam de diferentes processos relacionados ao crescimento e ao metabolismo das plantas.

Entretanto, é importante compreender que a absorção não ocorre de maneira igual para todos os nutrientes. Alguns apresentam maior facilidade de penetração e movimentação, enquanto outros possuem mobilidade limitada.

Por esse motivo, a adubação foliar não deve ser considerada uma solução universal para qualquer problema nutricional.

Segundo Nachtigall e Nava (2010), em publicação da Embrapa, essa técnica deve ser utilizada como complemento à adubação convencional, especialmente quando existe uma necessidade específica de fornecimento de nutrientes.

2. Como surgiu e se desenvolveu a adubação foliar?

A utilização de substâncias nutritivas sobre as folhas está relacionada ao avanço dos estudos sobre a fisiologia vegetal e os mecanismos de absorção de nutrientes.

Durante muito tempo, o fornecimento de nutrientes às plantas esteve concentrado principalmente no manejo do solo. Com o desenvolvimento das pesquisas agrícolas, tornou-se possível compreender melhor que as folhas também conseguem absorver determinadas substâncias.

Esse conhecimento abriu caminho para o aperfeiçoamento de fertilizantes destinados à aplicação foliar.

Ao longo do tempo, a indústria agrícola passou a desenvolver formulações com diferentes nutrientes, buscando melhorar sua solubilidade, estabilidade e eficiência de absorção.

Paralelamente, os equipamentos de pulverização evoluíram, permitindo aplicações mais uniformes e maior controle sobre a distribuição das soluções.

Atualmente, a adubação foliar é utilizada em diversas culturas, como soja, milho, feijão, café, hortaliças e frutíferas. Entretanto, sua adoção deve considerar as necessidades específicas de cada planta e as condições de cultivo.

A evolução dessa técnica também demonstrou que nem toda aplicação resulta em aumento de produtividade. Os benefícios dependem da existência de uma necessidade nutricional e da adequação do manejo realizado.

3. A importância da nutrição vegetal

Para compreender a adubação foliar, primeiro precisamos entender como os nutrientes participam da vida das plantas.

Os vegetais produzem seu próprio alimento por meio da fotossíntese, processo que utiliza energia luminosa, água e dióxido de carbono para formar compostos orgânicos.

Entretanto, a fotossíntese não elimina a necessidade de nutrientes minerais. Esses elementos participam da formação de estruturas celulares, da produção de proteínas, da atividade de enzimas e de diversos processos essenciais ao desenvolvimento vegetal.

O nitrogênio, por exemplo, está relacionado à formação de proteínas e ao crescimento das plantas. O fósforo participa dos processos de transferência de energia, enquanto o potássio contribui para a regulação do equilíbrio hídrico e o funcionamento de diferentes atividades metabólicas.

Outros nutrientes, como cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, manganês e boro, também desempenham funções importantes.

Quando um desses elementos está disponível em quantidade insuficiente, a planta pode apresentar alterações no crescimento, na coloração das folhas ou na formação de suas estruturas.

Entretanto, esses sinais não significam necessariamente que existe uma deficiência nutricional. Problemas relacionados à irrigação, doenças, condições climáticas e características do solo podem provocar sintomas semelhantes.

Por isso, a nutrição vegetal precisa ser acompanhada de maneira cuidadosa, considerando análises técnicas e observações realizadas durante o desenvolvimento da cultura.

4. Diferenças entre adubação foliar e adubação pelo solo

A principal diferença entre essas duas formas de adubação está na maneira como os nutrientes chegam às plantas.

Na adubação pelo solo, os fertilizantes são aplicados de acordo com as necessidades da cultura e as características da área cultivada. Os nutrientes ficam disponíveis na solução do solo, de onde podem ser absorvidos pelas raízes.

Esse método é fundamental porque permite fornecer quantidades maiores de nutrientes, especialmente daqueles exigidos em grandes volumes pelas plantas.

Já na adubação foliar, os nutrientes são aplicados diretamente sobre as folhas, geralmente em quantidades menores.

Essa característica torna a técnica especialmente interessante para o fornecimento de determinados micronutrientes, que são necessários em pequenas concentrações.

Imagine uma lavoura que apresenta deficiência confirmada de zinco. Dependendo das condições de cultivo e das recomendações técnicas, uma aplicação foliar poderá contribuir para corrigir essa deficiência.

Entretanto, se a mesma lavoura apresentar uma necessidade elevada de nitrogênio, a pulverização foliar normalmente não será suficiente para atender toda a demanda nutricional.

Isso acontece porque as folhas possuem limitações quanto à quantidade de nutrientes que conseguem absorver sem sofrer danos.

Portanto, **a adubação foliar complementa a adubação pelo solo, mas não substitui o manejo nutricional realizado pelas raízes**.

5. Principais objetivos da adubação foliar

Um dos principais objetivos da adubação foliar é complementar o fornecimento de nutrientes em situações específicas.

Quando uma deficiência nutricional é identificada corretamente, a aplicação foliar pode ajudar a disponibilizar o elemento necessário durante o desenvolvimento da cultura.

Outro objetivo é fornecer pequenas quantidades de micronutrientes de maneira relativamente uniforme. Como esses elementos são exigidos em doses reduzidas, sua distribuição por pulverização pode ser uma alternativa eficiente em determinadas situações.

A técnica também pode ser considerada quando fatores relacionados ao solo dificultam a absorção de nutrientes pelas raízes.

Em solos com características químicas desfavoráveis, por exemplo, determinados elementos podem apresentar baixa disponibilidade para as plantas. Nessas condições, o fornecimento foliar pode funcionar como uma medida complementar, desde que exista justificativa técnica.

Além disso, a adubação foliar pode ser utilizada em momentos específicos do ciclo produtivo, quando a cultura apresenta maior sensibilidade à deficiência de determinado nutriente.

É importante destacar que o objetivo não deve ser simplesmente aplicar fertilizantes, mas atender a uma necessidade real da planta.

A aplicação desnecessária representa um custo adicional e pode não proporcionar qualquer benefício à produção.

6. Vantagens da adubação foliar

Uma das principais vantagens da adubação foliar é a possibilidade de fornecer nutrientes diretamente às folhas, permitindo respostas relativamente rápidas em determinadas situações de deficiência.

Essa característica pode ser útil quando a cultura apresenta uma necessidade nutricional específica durante seu desenvolvimento.

Outra vantagem é a possibilidade de distribuir pequenas quantidades de nutrientes de maneira uniforme, especialmente quando são utilizados equipamentos devidamente regulados.

A técnica também permite realizar aplicações direcionadas, considerando o estágio de desenvolvimento das plantas e as características do problema identificado.

Em algumas situações, o fornecimento foliar pode reduzir temporariamente os efeitos de condições que dificultam a absorção de nutrientes pelas raízes.

Entretanto, esses benefícios não são automáticos. A eficiência depende de fatores como temperatura, umidade do ar, estado nutricional da planta, composição da solução e qualidade da pulverização.

Pesquisas da Embrapa demonstram que a absorção foliar é influenciada por características das folhas, propriedades dos nutrientes e condições ambientais presentes durante a aplicação.

7. Limitações e cuidados necessários

Apesar de suas vantagens, a adubação foliar apresenta limitações que precisam ser conhecidas.

A primeira delas está relacionada à quantidade de nutrientes que as folhas conseguem absorver. Como essa capacidade é limitada, a técnica geralmente não atende às grandes exigências nutricionais das culturas.

Outro aspecto importante é o risco de fitotoxicidade, expressão utilizada para descrever danos provocados às plantas pelo contato com determinadas substâncias.

Quando um fertilizante é aplicado em concentração inadequada, podem surgir queimaduras, manchas e outros prejuízos aos tecidos vegetais.

As condições climáticas também interferem nos resultados. Temperaturas elevadas, baixa umidade e ventos inadequados podem prejudicar a qualidade da pulverização e a permanência da solução sobre as folhas.

Além disso, a aplicação foliar costuma apresentar efeito residual limitado, o que significa que seus benefícios nutricionais podem não se manter durante todo o ciclo da cultura.

Por essas razões, a escolha do fertilizante, a concentração da solução e o momento de aplicação devem seguir recomendações técnicas específicas.

A Embrapa destaca que concentrações elevadas podem provocar queimaduras nas folhas e que aplicações adicionais podem aumentar os custos de produção.

Portal IDEA .com.br

8. Quando a adubação foliar pode ser recomendada?

A adubação foliar pode ser considerada quando existe uma deficiência nutricional identificada e quando o fornecimento do nutriente pelas folhas apresenta viabilidade técnica.

Uma situação comum ocorre quando determinada cultura necessita de pequenas quantidades de micronutrientes, como zinco, manganês ou boro.

Nesses casos, a aplicação foliar pode representar uma alternativa, desde que sejam respeitadas as características de cada nutriente e as recomendações para a cultura.

Outra possibilidade envolve situações em que a absorção pelas raízes está temporariamente prejudicada. Entretanto, a pulverização não substitui a

correção das causas do problema, como compactação do solo, drenagem inadequada ou desequilíbrios químicos.

Também é importante avaliar o estágio de desenvolvimento das plantas. Algumas deficiências precisam ser corrigidas precocemente para evitar prejuízos irreversíveis à produção.

Antes de recomendar uma aplicação, o profissional responsável deve considerar o histórico da lavoura, as análises de solo e folhas, as condições ambientais e a relação entre custos e benefícios.

Dessa forma, a adubação foliar deixa de ser uma prática realizada por rotina e passa a integrar um planejamento nutricional fundamentado nas necessidades reais da cultura.

Portal IDEA .com.br

9. Exemplo prático: adubação foliar em uma lavoura de feijão

Imagine um pequeno produtor que cultiva feijão e percebe que algumas plantas apresentam folhas amareladas e crescimento irregular.

Preocupado com a possibilidade de perder parte da produção, ele considera utilizar um fertilizante foliar.

Entretanto, antes de realizar a aplicação, procura orientação técnica para compreender o que está acontecendo.

Durante a avaliação, são observadas as condições do solo, o desenvolvimento das plantas, o histórico de adubação e a possibilidade de ocorrência de doenças ou problemas relacionados à irrigação.

Caso seja identificada uma deficiência nutricional que possa ser corrigida por via foliar, o profissional poderá recomendar um fertilizante adequado, considerando a quantidade necessária e o estágio da cultura.

Depois da aplicação, o produtor deverá acompanhar o desenvolvimento das plantas para verificar os resultados.

Esse exemplo demonstra que a adubação foliar não começa com a escolha de um produto, mas com a identificação correta da necessidade nutricional.

Também mostra que observar as plantas é importante, mas nem sempre suficiente para determinar a causa de um problema.

A utilização responsável dos fertilizantes depende da combinação entre conhecimento técnico, planejamento e acompanhamento dos resultados.

Conclusão

A adubação foliar é uma ferramenta importante para complementar a nutrição das plantas e contribuir para o manejo de determinadas deficiências nutricionais.

Sua principal característica é permitir o fornecimento de nutrientes diretamente às folhas, oferecendo uma alternativa de aplicação em situações específicas.

Entretanto, para alcançar bons resultados, é fundamental compreender que essa técnica possui vantagens e limitações.

O sucesso da adubação foliar depende da identificação das necessidades da cultura, da escolha adequada do fertilizante e do respeito às condições de aplicação.

Mais importante do que utilizar grandes quantidades de produtos é fornecer os nutrientes certos, no momento adequado e de acordo com as necessidades das plantas.

Compreender esses fundamentos é o primeiro passo para desenvolver um manejo nutricional mais eficiente, econômico e responsável.

Portal IDEA .com.br

Referências Bibliográficas

NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro; NAVA, Gilberto. **Adubação foliar: fatos e mitos.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento.

SILVEIRA, Pedro Marques da; MESQUITA, Marcos Antonio Machado; CUNHA, Paulo César Ribeiro da. **Adubação foliar no feijoeiro: revisão de literatura.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 45 p. (Documentos, 307).

COELHO, Antonio Marcos. **Micronutrientes direto na folha.** A Granja, Porto Alegre, v. 72, n. 806, p. 30-32, fevereiro de 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Adubação foliar em soja: mecanismos de absorção e respostas da planta.** Publicação técnica sobre nutrição vegetal e uso do solo, 2022.

LIMA, Carlos Eduardo Pacheco de; SILVA, Juscimar da; GUEDES, Ítalo Moraes Rocha; TEIXEIRA, Flávia Maria Vieira. **Adubação foliar.** Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, Agência de Informação Tecnológica, 2022.

Portal IDEA .com.br

Aula 2 – Nutrientes Essenciais e Suas Funções no Desenvolvimento das Plantas

Introdução

Para crescer de maneira saudável, uma planta precisa de muito mais do que água e luz solar. Ela também necessita de nutrientes que participam de praticamente todas as etapas do seu desenvolvimento, desde a formação das primeiras raízes até a produção de flores, frutos e sementes.

Na agricultura, conhecer esses nutrientes é fundamental para compreender por que algumas plantas crescem vigorosamente, enquanto outras apresentam folhas amareladas, desenvolvimento lento ou baixa produtividade.

Cada nutriente desempenha funções específicas. Alguns participam da formação das estruturas vegetais, outros ajudam na produção de energia, na fotossíntese ou no funcionamento das células. Quando um deles está em falta, diferentes processos podem ser prejudicados.

É justamente nesse ponto que o conhecimento sobre nutrição vegetal se relaciona com a adubação foliar. Antes de escolher um fertilizante, o produtor precisa compreender quais nutrientes são necessários, como atuam e quais problemas podem surgir quando existe algum desequilíbrio.

Nesta aula, vamos conhecer os principais nutrientes essenciais às plantas, suas funções e a importância de manter uma nutrição equilibrada para alcançar bons resultados na agricultura.

1. O que são nutrientes essenciais?

Os nutrientes essenciais são elementos químicos indispensáveis para que as plantas completem seu ciclo de vida. Eles participam de processos fundamentais, como crescimento, fotossíntese, respiração, formação de proteínas e reprodução.

Atualmente, são reconhecidos 17 elementos essenciais para a maioria das plantas: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio, cloro e níquel.

O carbono, o hidrogênio e o oxigênio são obtidos principalmente do ar e da água. Os demais são nutrientes minerais, absorvidos predominantemente pelas raízes, embora alguns também possam ser fornecidos por aplicações foliares.

Os nutrientes minerais são divididos em dois grupos: macronutrientes e micronutrientes. Essa classificação considera a quantidade necessária ao desenvolvimento das plantas, e não a importância de cada elemento.

Isso significa que um micronutriente, mesmo exigido em pequena quantidade, pode ser tão indispensável quanto um macronutriente.

2. Macronutrientes: os nutrientes exigidos em maiores quantidades

Os macronutrientes são aqueles que as plantas necessitam absorver em quantidades relativamente elevadas. Entre eles estão nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre.

Cada um desempenha funções importantes, e a deficiência de qualquer um deles pode comprometer o desenvolvimento vegetal.

Nitrogênio (N)

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para o crescimento das plantas. Participa da formação de aminoácidos, proteínas e clorofila, substância responsável pela coloração verde das folhas e essencial à fotossíntese.

Quando existe disponibilidade adequada de nitrogênio, as plantas conseguem desenvolver suas estruturas vegetativas de maneira satisfatória.

Sua deficiência costuma provocar crescimento reduzido e amarelecimento das folhas mais velhas. Entretanto, o excesso também é prejudicial, pois pode estimular um crescimento vegetativo exagerado e comprometer o equilíbrio da cultura.

Fósforo (P)

O fósforo participa dos processos de armazenamento e transferência de energia dentro das células vegetais. Também está relacionado ao desenvolvimento das raízes, à formação de estruturas reprodutivas e ao amadurecimento das culturas.

Durante as fases iniciais de crescimento, sua disponibilidade adequada contribui para o estabelecimento das plantas.

Quando ocorre deficiência, o desenvolvimento pode ficar mais lento, e algumas espécies apresentam folhas com tonalidades verde-escuras ou arroxeadas.

Potássio (K)

O potássio desempenha funções importantes na regulação da água dentro das células e na ativação de diversas enzimas.

Esse nutriente também participa do funcionamento dos estômatos, pequenas estruturas presentes principalmente nas folhas que regulam as trocas gasosas e a perda de água.

Sua disponibilidade adequada contribui para o equilíbrio hídrico, o transporte de substâncias e a qualidade da produção agrícola.

A deficiência pode provocar amarelecimento e necrose nas bordas das folhas mais velhas, dependendo da espécie e da intensidade do problema.

3. A importância do cálcio, magnésio e enxofre

Além do nitrogênio, fósforo e potássio, outros três macronutrientes são indispensáveis ao desenvolvimento das plantas.

Cálcio (Ca)

O cálcio participa da formação e da estabilidade das paredes celulares, contribuindo para a resistência e a organização dos tecidos vegetais.

Também é importante para o crescimento das raízes e para o desenvolvimento de novas folhas e estruturas reprodutivas.

Como apresenta baixa mobilidade no floema da maioria das plantas, sua deficiência costuma afetar principalmente os tecidos mais jovens.

Em determinadas culturas, a deficiência de cálcio pode provocar deformações em folhas novas e problemas no desenvolvimento dos frutos.

Magnésio (Mg)

O magnésio é um componente central da molécula de clorofila, sendo fundamental para a fotossíntese.

Também participa da ativação de enzimas e de processos relacionados ao metabolismo energético.

Quando falta magnésio, as folhas mais velhas podem apresentar amarelecimento entre as nervuras, enquanto parte dessas nervuras permanece verde.

Esse sintoma é conhecido como clorose internerval.

Enxofre (S)

O enxofre participa da formação de determinados aminoácidos e proteínas, sendo importante para o metabolismo e o crescimento vegetal.

Sua deficiência pode provocar amarelecimento das folhas mais novas e redução do desenvolvimento.

Embora alguns sintomas sejam semelhantes aos da deficiência de nitrogênio, a posição das folhas afetadas pode ajudar na investigação do problema.

Os estudos sobre nutrição mineral mostram que esses macronutrientes precisam estar disponíveis em proporções adequadas para permitir o desenvolvimento equilibrado das culturas.

4. Micronutrientes: pequenas quantidades, grandes funções

Os micronutrientes são exigidos em quantidades menores, mas isso não significa que sejam menos importantes.

Eles participam de reações químicas, ativam enzimas e contribuem para processos essenciais ao crescimento e à reprodução das plantas.

Ferro (Fe)

O ferro participa de processos relacionados à fotossíntese, à respiração e à formação da clorofila.

Sua deficiência pode provocar amarelecimento entre as nervuras das folhas mais novas, enquanto as nervuras permanecem esverdeadas.

Zinco (Zn)

O zinco participa da atividade de diversas enzimas, da síntese de proteínas e de processos relacionados ao crescimento vegetal.

Sua deficiência pode provocar redução do tamanho das folhas, encurtamento dos entrenós e desenvolvimento irregular.

Manganês (Mn)

O manganês participa diretamente de reações da fotossíntese e da atividade de enzimas.

Quando está em quantidade insuficiente, podem surgir alterações na coloração das folhas e redução do crescimento.

Cobre (Cu)

O cobre atua em diferentes reações enzimáticas e participa de processos relacionados à fotossíntese e à respiração.

Sua deficiência pode prejudicar o desenvolvimento de tecidos jovens e comprometer determinadas funções metabólicas.

Boro (B)

O boro é importante para a formação das paredes celulares, o crescimento de tecidos novos e o desenvolvimento reprodutivo.

Sua deficiência pode prejudicar pontos de crescimento, flores e frutos.

É um nutriente que exige atenção especial, pois a diferença entre a quantidade necessária e aquela capaz de provocar toxicidade pode ser relativamente pequena.

Molibdênio (Mo)

O molibdênio participa de processos relacionados ao metabolismo do nitrogênio.

Nas leguminosas, como soja e feijão, também está relacionado ao funcionamento das enzimas envolvidas na fixação biológica do nitrogênio.

Cloro (Cl)

O cloro participa do equilíbrio osmótico das células, da regulação hídrica e de reações relacionadas à fotossíntese.

Embora seja essencial, sua deficiência é relativamente rara em muitas condições agrícolas.

Níquel (Ni)

O níquel participa do funcionamento da enzima urease, responsável pela transformação da ureia durante o metabolismo vegetal.

Sua deficiência pode prejudicar o aproveitamento do nitrogênio e provocar alterações no desenvolvimento.

A Embrapa destaca que os micronutrientes são indispensáveis ao metabolismo vegetal, mesmo quando exigidos em concentrações muito pequenas.

Portal IDEA com.br

5. A relação entre nutrição, crescimento e produtividade

A produtividade agrícola depende de diversos fatores, mas a nutrição exerce influência direta sobre o desenvolvimento das plantas.

Quando os nutrientes estão disponíveis em quantidades adequadas, a planta consegue realizar suas atividades metabólicas e formar suas estruturas de maneira equilibrada.

Por exemplo, uma planta com bom suprimento de nitrogênio pode apresentar crescimento vegetativo satisfatório. Entretanto, se houver deficiência de potássio, seu equilíbrio hídrico e outros processos poderão ser prejudicados.

Isso demonstra que fornecer apenas um nutriente em grande quantidade não garante bons resultados.

As plantas precisam de equilíbrio nutricional, pois os nutrientes desempenham funções diferentes e complementares.

Além disso, cada cultura apresenta exigências específicas. Uma bananeira, por exemplo, possui elevada demanda por potássio e nitrogênio, enquanto outras espécies apresentam padrões distintos de absorção.

As necessidades também mudam conforme o estágio de desenvolvimento. Durante a formação das raízes, o crescimento vegetativo, a floração e a frutificação, determinados nutrientes podem ser exigidos em diferentes proporções.

Por isso, o planejamento da adubação deve considerar a cultura, as condições do solo e o momento do ciclo produtivo.

6. Deficiência e excesso de nutrientes: por que o equilíbrio é fundamental?

Um dos erros mais comuns no manejo nutricional é acreditar que quanto maior a quantidade de fertilizante utilizada, melhor será o desenvolvimento das plantas.

Na realidade, tanto a falta quanto o excesso de nutrientes podem provocar problemas.

A deficiência ocorre quando a planta não consegue obter determinado elemento em quantidade suficiente para atender às suas necessidades.

Entre os possíveis sintomas estão amarelecimento das folhas, crescimento reduzido, deformações, necrose de tecidos e alterações na formação de flores e frutos.

Entretanto, esses sintomas não são exclusivos dos problemas nutricionais. Doenças, pragas, falta de água e condições ambientais inadequadas podem provocar alterações semelhantes.

Já o excesso de nutrientes pode causar toxicidade, prejudicar o funcionamento das células e interferir na absorção de outros elementos.

Um exemplo ocorre quando o fornecimento excessivo de determinado nutriente dificulta a absorção de outro, criando um desequilíbrio mesmo que o solo contenha quantidades suficientes de ambos.

Na adubação foliar, esse cuidado é especialmente importante porque soluções muito concentradas podem provocar queimaduras nas folhas.

Por isso, a escolha dos fertilizantes deve considerar análises de solo, avaliações foliares e recomendações técnicas específicas.

A observação visual é útil para identificar possíveis problemas, mas não deve ser utilizada isoladamente para definir uma aplicação.

7. A relação entre os nutrientes essenciais e a adubação foliar

Agora que conhecemos as principais funções dos nutrientes, fica mais fácil compreender o papel da adubação foliar.

Essa técnica permite fornecer determinados elementos diretamente às folhas, funcionando como complemento ao manejo nutricional realizado pelo solo.

Sua utilização pode ser especialmente interessante para o fornecimento de micronutrientes, pois eles são necessários em quantidades relativamente pequenas.

Entretanto, a aplicação foliar não substitui a nutrição pelas raízes, principalmente quando a cultura necessita de grandes quantidades de macronutrientes.

Imagine uma plantação de feijão que apresenta deficiência de zinco confirmada por avaliação técnica. Dependendo das condições, a aplicação foliar poderá contribuir para corrigir o problema.

Por outro lado, se a cultura apresentar deficiência severa de potássio devido à baixa fertilidade do solo, a pulverização foliar dificilmente atenderá sozinha às necessidades da lavoura.

Isso acontece porque as folhas possuem limitações quanto à quantidade de nutrientes que conseguem absorver.

Assim, antes de realizar qualquer aplicação, é necessário compreender qual nutriente está faltando, a intensidade da deficiência e a forma mais adequada de fornecimento.

O objetivo da adubação foliar não é aumentar indiscriminadamente a quantidade de fertilizantes, mas complementar a nutrição de maneira planejada.

8. Exemplo prático: identificando um possível desequilíbrio nutricional

Imagine um produtor que cultiva tomate e percebe que algumas plantas apresentam crescimento lento e folhas com coloração amarelada.

Inicialmente, ele acredita que o problema está relacionado à falta de nitrogênio e considera realizar uma pulverização foliar.

Entretanto, ao procurar orientação técnica, descobre que o amarelecimento pode apresentar diferentes causas.

Se ocorrer principalmente nas folhas mais velhas, uma das possibilidades é a deficiência de nitrogênio. Se aparecer entre as nervuras das folhas novas, outras deficiências, como a de ferro, poderão ser investigadas.

Além disso, problemas relacionados à irrigação, às raízes e às condições do solo também precisam ser considerados.

Diante dessa situação, o procedimento mais adequado é avaliar as condições da cultura e, quando necessário, realizar análises nutricionais.

Somente depois de identificar a causa do problema será possível escolher uma estratégia de correção.

Esse exemplo demonstra que conhecer as funções dos nutrientes ajuda o produtor a compreender melhor os sinais apresentados pelas plantas, mas não substitui o diagnóstico técnico.

Conclusão

Os nutrientes essenciais desempenham funções fundamentais no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade das plantas.

Os macronutrientes são necessários em maiores quantidades, enquanto os micronutrientes são exigidos em pequenas concentrações. Entretanto, ambos possuem a mesma importância para o funcionamento adequado do organismo vegetal.

Compreender as funções de cada elemento permite reconhecer possíveis desequilíbrios e entender por que uma planta pode apresentar dificuldades de crescimento mesmo quando recebe água e luz suficientes.

Também é importante lembrar que o excesso de nutrientes pode ser tão prejudicial quanto a deficiência.

Na adubação foliar, esse conhecimento ajuda a evitar aplicações desnecessárias e favorece decisões mais eficientes.

Portanto, o primeiro passo para uma boa adubação não é escolher um fertilizante, mas compreender as necessidades nutricionais da cultura e buscar o equilíbrio entre os nutrientes disponíveis.

Referências Bibliográficas

DECHEN, Antonio Roque; NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro. **Elementos requeridos à nutrição de plantas.** In: NOVAIS, Roberto Ferreira et al. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 91-132.

BORGES, Ana Lúcia; FLORI, José Egídio. **Suprimento de nutrientes.** In: BORGES, Ana Lúcia (ed.). Sistema orgânico de produção para a cultura da banana. 3. ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Nutrição mineral do feijoeiro.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Nutrição mineral do açaizeiro cultivado em terra firme.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental.

SILVA, Davi José. **Requerimento por nutrientes.** Petrolina: Embrapa Semiárido. Agência de Informação Tecnológica.

ALCÂNTARA, Rosa Maria Cardoso Mota de. **Os alimentos das plantas.** Teresina: Embrapa Meio-Norte.

Portal IDEA com.br

Aula 3 – Absorção Foliar e Identificação de Deficiências Nutricionais

Introdução

As folhas desempenham funções essenciais para a sobrevivência das plantas. Além de participarem da fotossíntese e das trocas gasosas, elas também conseguem absorver determinadas substâncias presentes em sua superfície, incluindo nutrientes fornecidos por meio da adubação foliar.

Entretanto, para utilizar essa técnica corretamente, é necessário compreender como ocorre a absorção dos nutrientes e quais fatores podem facilitar ou dificultar esse processo.

Outro conhecimento importante é a identificação de possíveis deficiências nutricionais. Alterações na coloração, no formato e no crescimento das folhas podem indicar que a planta está enfrentando algum desequilíbrio. Porém, nem sempre esses sinais estão relacionados à falta de nutrientes.

Nesta aula, vamos conhecer a estrutura básica das folhas, compreender como os nutrientes são absorvidos e aprender a reconhecer sintomas que podem indicar problemas nutricionais. Também veremos por que as análises de solo e de tecido vegetal são fundamentais para orientar decisões sobre adubação.

1. Conhecendo a estrutura das folhas

Para entender como funciona a adubação foliar, precisamos conhecer algumas características das folhas.

As folhas são órgãos vegetais responsáveis principalmente pela fotossíntese, processo pelo qual as plantas utilizam a energia solar para produzir compostos orgânicos necessários ao seu desenvolvimento.

Sua estrutura apresenta diferentes tecidos que trabalham em conjunto para permitir a realização dessas atividades.

A epiderme é a camada externa que reveste a folha e ajuda a proteger os tecidos internos. Sobre ela, geralmente existe uma película chamada cutícula, formada principalmente por substâncias lipídicas, que contribui para reduzir a perda excessiva de água.

Embora funcione como uma barreira protetora, a cutícula também permite a passagem de determinadas substâncias. Essa característica é importante para a absorção de nutrientes aplicados sobre a superfície foliar.

As folhas também possuem estômatos, pequenas estruturas formadas por células especializadas que regulam as trocas gasosas e a transpiração.

Outra característica importante é a presença de nervuras, responsáveis pelo transporte de água, nutrientes e compostos produzidos pela planta.

Essas estruturas ajudam a compreender por que a superfície das folhas pode funcionar como uma via complementar de fornecimento de nutrientes.

Entretanto, a capacidade de absorção varia conforme a espécie vegetal, a idade das folhas e as características da solução aplicada.

2. Como ocorre a absorção foliar dos nutrientes?

A absorção foliar começa quando uma solução contendo nutrientes entra em contato com a superfície da folha.

Após a pulverização, as gotas permanecem sobre os tecidos vegetais por determinado período. Durante esse contato, parte dos nutrientes dissolvidos pode atravessar as barreiras externas e alcançar as células.

A cutícula representa uma das principais vias de entrada dessas substâncias. Sua composição e seu grau de hidratação influenciam a facilidade com que os nutrientes conseguem atravessá-la.

A participação dos estômatos também pode ocorrer em determinadas condições, mas sua contribuição depende das características da solução e da superfície vegetal.

Depois de entrar na folha, o nutriente precisa alcançar os locais onde será utilizado. Alguns elementos conseguem se movimentar com maior facilidade dentro da planta, enquanto outros apresentam mobilidade limitada.

O nitrogênio, por exemplo, possui formas que podem ser redistribuídas entre diferentes tecidos. Já o cálcio apresenta baixa mobilidade pelo floema, dificultando seu transporte das folhas mais velhas para regiões em crescimento.

Essa diferença ajuda a explicar por que a aplicação foliar de determinado nutriente nem sempre consegue corrigir problemas existentes em outras partes da planta.

Também é importante compreender que a absorção não acontece instantaneamente. O tempo necessário varia conforme o nutriente, a formulação e as condições ambientais.

Por isso, a eficiência da adubação foliar depende de um conjunto de fatores, e não apenas da quantidade de fertilizante aplicada.

3. Fatores que influenciam a absorção foliar

A eficiência da adubação foliar está diretamente relacionada às condições das plantas, do ambiente e da solução utilizada.

Idade das folhas

As folhas jovens e as mais desenvolvidas podem apresentar diferenças na composição e na espessura da cutícula.

Essas características influenciam a entrada dos nutrientes. Entretanto, isso não significa que todas as folhas jovens absorvam mais nutrientes, pois a resposta depende da espécie e do produto utilizado.

Temperatura

A temperatura interfere na evaporação da água e no comportamento da solução aplicada.

Em condições de calor intenso, as gotas podem secar rapidamente, reduzindo o período disponível para a absorção. Além disso, temperaturas elevadas podem aumentar o risco de danos aos tecidos vegetais.

Umidade do ar

A umidade influencia o tempo de permanência da solução sobre as folhas.

Em determinadas condições, uma umidade relativa mais elevada favorece a hidratação da cutícula e prolonga o contato da solução com a superfície vegetal.

Entretanto, a presença de água em excesso também pode provocar escorrimento e desperdício.

Condições hídricas da planta

Plantas submetidas à falta de água podem apresentar alterações fisiológicas que prejudicam a absorção e o aproveitamento dos nutrientes.

Por isso, a adubação foliar não deve ser considerada uma solução para problemas relacionados à irrigação inadequada.

Características do fertilizante

A concentração, a solubilidade, o pH e a composição química da solução também interferem na absorção.

Produtos inadequados ou preparados em concentrações excessivas podem provocar queimaduras e outros danos às folhas.

Esses fatores demonstram que uma aplicação eficiente exige planejamento, conhecimento das condições ambientais e respeito às recomendações técnicas.

4. O que são deficiências nutricionais?

A deficiência nutricional ocorre quando a planta não consegue obter determinado nutriente em quantidade suficiente para realizar adequadamente suas funções.

Essa situação pode acontecer porque o solo apresenta baixa disponibilidade do elemento ou porque algum fator está dificultando sua absorção pelas raízes.

Problemas como acidez inadequada, compactação, falta de água e desequilíbrios entre nutrientes podem interferir nesse processo.

Quando a deficiência se torna mais intensa, a planta pode apresentar alterações visíveis, conhecidas como sintomas de deficiência nutricional.

Entre os sinais mais comuns estão o amarelecimento das folhas, o crescimento reduzido, o aparecimento de manchas e a deformação de estruturas vegetais.

Entretanto, é importante lembrar que esses sintomas não são exclusivos das deficiências nutricionais.

Doenças, pragas, excesso de água, temperaturas inadequadas e danos provocados por produtos agrícolas podem causar alterações semelhantes.

Por isso, a observação visual deve ser considerada uma etapa inicial da investigação, e não um diagnóstico definitivo.

A Embrapa destaca que a avaliação nutricional pode combinar a observação dos sintomas com a análise química dos tecidos vegetais, permitindo maior segurança na interpretação dos problemas.

5. Principais sintomas de deficiência nutricional

Conhecer os sintomas mais comuns ajuda o produtor a identificar situações que precisam de atenção.

Deficiência de nitrogênio

O nitrogênio participa da formação de proteínas e da clorofila.

Quando está em quantidade insuficiente, a planta pode apresentar crescimento reduzido e amarelecimento generalizado, geralmente começando pelas folhas mais velhas.

Deficiência de fósforo

O fósforo participa dos processos energéticos e do desenvolvimento vegetal.

Sua deficiência pode provocar crescimento lento, redução do desenvolvimento das raízes e, em algumas espécies, folhas com tonalidades verde-escuras ou arroxeadas.

Deficiência de potássio

O potássio está relacionado ao equilíbrio hídrico e ao funcionamento de diversas enzimas.

Sua deficiência pode provocar amarelecimento e necrose nas bordas das folhas mais velhas.

Deficiência de cálcio

O cálcio é importante para a formação das paredes celulares e para o crescimento de tecidos novos.

Sua deficiência costuma afetar regiões jovens da planta, podendo provocar deformações, morte de pontos de crescimento e problemas no desenvolvimento de frutos.

Deficiência de magnésio

O magnésio participa da composição da clorofila.

Sua deficiência geralmente provoca amarelecimento entre as nervuras das folhas mais velhas, enquanto as nervuras permanecem verdes.

Deficiência de ferro

O ferro participa de processos relacionados à fotossíntese e à respiração.

Sua deficiência pode provocar clorose internerval, principalmente nas folhas mais novas.

Deficiência de zinco

O zinco participa de processos metabólicos e do crescimento vegetal.

Sua deficiência pode causar folhas menores, encurtamento dos entrenós e desenvolvimento irregular.

Deficiência de boro

O boro é importante para o crescimento dos tecidos jovens e para o desenvolvimento reprodutivo.

Sua deficiência pode provocar deformações nas folhas novas, danos aos pontos de crescimento e problemas na formação de flores e frutos.

Esses sintomas são referências importantes, mas precisam ser interpretados considerando a espécie cultivada, o estágio de desenvolvimento e as condições da lavoura.

6. Como diferenciar deficiência nutricional de outros problemas?

Um dos maiores desafios no manejo nutricional é descobrir a verdadeira causa das alterações observadas nas plantas.

Imagine uma lavoura que apresenta folhas amareladas. O produtor pode acreditar que existe deficiência de nitrogênio e decidir aplicar um fertilizante.

Entretanto, o mesmo sintoma pode estar relacionado ao excesso de água no solo, que prejudica a respiração das raízes e dificulta a absorção de nutrientes.

Outro exemplo ocorre quando surgem manchas nas folhas. Embora algumas deficiências provoquem esse tipo de alteração, doenças e danos causados por produtos agrícolas também podem apresentar sintomas semelhantes.

Para diferenciar essas situações, é importante observar onde os sintomas aparecem, como evoluem e quais partes da planta são afetadas.

Também é necessário verificar as condições de irrigação, a presença de pragas, o histórico de aplicações e as características do solo.

A distribuição do problema na lavoura oferece informações importantes. Sintomas concentrados em determinadas áreas podem estar relacionados a diferenças de solo, drenagem ou manejo.

Quando existe dúvida, a análise de tecido vegetal pode ajudar a confirmar ou descartar possíveis deficiências.

O mais importante é evitar decisões precipitadas. Aplicar fertilizantes sem identificar a causa do problema pode aumentar os custos e não resolver a situação.

7. A importância das análises de solo e de tecido vegetal

As análises de solo e de tecido vegetal são ferramentas importantes para compreender as condições nutricionais das culturas.

A análise de solo permite avaliar características como acidez, disponibilidade de nutrientes e outros fatores relacionados à fertilidade.

Essas informações ajudam a orientar práticas de correção e adubação.

Entretanto, a presença de um nutriente no solo não garante que ele esteja sendo absorvido adequadamente pelas plantas.

É nesse contexto que a análise foliar se torna especialmente útil.

A análise de tecido vegetal permite determinar a concentração de nutrientes presente nas folhas, oferecendo informações sobre o estado nutricional da cultura.

Para obter resultados confiáveis, é necessário coletar as folhas corretas, no estágio de desenvolvimento recomendado e seguindo procedimentos específicos para cada espécie.

A coleta inadequada pode produzir resultados que não representam as condições reais da lavoura.

Também é importante evitar a contaminação das amostras por resíduos de pulverizações, pois isso pode interferir na interpretação dos resultados.

Segundo Veloso e colaboradores, a diagnose foliar deve ser utilizada em conjunto com informações da análise de solo e do histórico da cultura, permitindo uma avaliação mais completa da nutrição vegetal.

8. Exemplo prático: investigando o amarelecimento das folhas

Imagine um produtor que cultiva café e percebe que algumas plantas apresentam folhas amareladas e crescimento reduzido.

Preocupado com a produtividade, ele considera realizar uma aplicação foliar de fertilizante.

Antes de tomar essa decisão, procura orientação técnica.

Durante a avaliação, o profissional observa que o amarelecimento ocorre principalmente nas folhas mais velhas. Esse comportamento pode indicar deficiência de determinados nutrientes móveis, como nitrogênio ou magnésio.

Entretanto, a observação visual não é suficiente para confirmar a causa.

O profissional também verifica as condições do solo, o histórico de adubação, a disponibilidade de água e a presença de possíveis problemas nas raízes.

Em seguida, recomenda as análises necessárias para avaliar o estado nutricional das plantas.

Com os resultados, será possível identificar se existe deficiência e qual estratégia de correção é mais adequada.

Dependendo do nutriente e das condições da lavoura, a adubação foliar poderá ser considerada como complemento ao manejo nutricional.

Esse exemplo mostra que a principal habilidade do produtor não é apenas reconhecer sintomas, mas compreender a importância de investigar suas causas antes de aplicar qualquer produto.

Conclusão

A absorção foliar é um processo que permite a entrada de determinados nutrientes pelas folhas, oferecendo uma alternativa complementar à nutrição realizada pelas raízes.

Entretanto, sua eficiência depende das características das plantas, da composição dos fertilizantes e das condições ambientais.

Conhecer a estrutura das folhas e os fatores que influenciam a absorção ajuda a compreender por que uma mesma aplicação pode apresentar resultados diferentes entre culturas e situações de cultivo.

Da mesma forma, reconhecer possíveis sintomas de deficiência nutricional é importante para acompanhar a saúde das plantas.

Contudo, alterações visuais não devem ser utilizadas isoladamente para definir uma adubação.

A combinação entre observação, análise de solo, análise foliar e orientação técnica permite identificar problemas com maior segurança e escolher estratégias de manejo mais adequadas.

Assim, a adubação foliar pode ser utilizada de maneira mais eficiente, evitando desperdícios e contribuindo para o desenvolvimento equilibrado das culturas.

Referências Bibliográficas

NACHTIGALL, Gilmar Ribeiro; NAVA, Gilberto. **Adubação foliar: fatos e mitos.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento.

SILVEIRA, Pedro Marques da; MESQUITA, Marcos Antonio Machado; CUNHA, Paulo César Ribeiro da. **Adubação foliar no feijoeiro: revisão de literatura.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2015. 45 p. (Documentos, 307).

SILVA, Davi José. **Análise de plantas: amostragem e interpretação.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 1999. 9 p. (Documentos, 146).

VELOSO, Carlos Alberto Costa; BOTELHO, Sónia Maria; VIÉGAS, Ismael de Jesus Matos; RODRIGUES, João Elias Lopes Fernandes. **Amostragem e diagnose foliar.** In: Recomendações de calagem e adubação para o estado do Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2020.

TANIGUCHI, Carlos Alberto Kenji et al. **Avaliação do estado nutricional do cajueiro-anão: amostragem de folhas e interpretação pela faixa de suficiência.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2024. (Comunicado Técnico, 283).

Portal IDEA com.br