

FERTILIZANTE FOLIAR



MANEJO E TÉCNICAS DE APLICAÇÃO

Preparação da calda e compatibilidade de produtos

1. Introdução

A preparação adequada da calda para aplicação foliar é uma etapa essencial para garantir a eficácia da adubação e a segurança do processo. Uma calda bem preparada assegura que os nutrientes sejam disponibilizados de forma eficiente, evitando perdas, entupimento de bicos de pulverização, fitotoxicidade e reações químicas indesejadas.

O sucesso dessa etapa depende de três pontos-chave: a escolha correta da formulação, a realização de testes de compatibilidade (especialmente quando há misturas em tanque) e o ajuste de parâmetros físico-químicos como pH e condutividade elétrica da solução.

2. Escolha da Formulação

A formulação é a forma física e química pela qual o fertilizante ou outro insumo é disponibilizado ao mercado, podendo ser sólida (pó solúvel, grânulo, cristal) ou líquida (solução, suspensão concentrada, emulsão). A escolha correta deve considerar:

- **Tipo de nutriente:** alguns elementos apresentam maior estabilidade e eficiência em determinadas formas químicas. Por exemplo, micronutrientes metálicos (Zn, Mn, Fe, Cu) costumam ter melhor desempenho foliar quando formulados como quelatos (EDTA, DTPA, EDDHA), que aumentam a solubilidade e reduzem a precipitação (FERNANDES; SOUZA, 2006).
- **Solubilidade:** formulações altamente solúveis reduzem o risco de resíduos sólidos no tanque e entupimento de bicos.
- **Facilidade de mistura:** em aplicações conjuntas com defensivos agrícolas, reguladores de crescimento ou bioestimulantes, a formulação deve apresentar boa miscibilidade.
- **Cultura e estágio fenológico:** determinadas formulações são desenvolvidas especificamente para atender demandas de culturas e fases de desenvolvimento, otimizando a absorção e minimizando riscos de fitotoxicidade.

A recomendação do fabricante e o laudo técnico do produto devem ser sempre observados para evitar incompatibilidades e perdas de eficiência.

3. Teste de Compatibilidade (Misturas em Tanque)

Em muitas situações, o produtor busca otimizar tempo e custos realizando a aplicação conjunta de diferentes insumos (fertilizantes foliares, defensivos, bioestimulantes). No entanto, a mistura inadequada pode gerar reações químicas e físicas que comprometem a eficácia e segurança do tratamento.

As incompatibilidades podem ser:

- **Físicas:** formação de precipitados, sedimentação, floculação, cristalização ou separação de fases.
- **Químicas:** reações que alteram a forma química do nutriente ou do princípio ativo, reduzindo sua eficácia ou gerando compostos tóxicos para a planta.
- **Fisiológicas:** interações que aumentam o risco de fitotoxicidade, como queima de folhas ou manchas.

Para prevenir problemas, é fundamental realizar o **teste de compatibilidade** antes de preparar grandes volumes da calda. O procedimento básico consiste em:

1. Adicionar pequenas quantidades dos produtos em um recipiente limpo, seguindo a ordem de mistura indicada pelos fabricantes.
2. Agitar suavemente e observar por 15 a 30 minutos.
3. Verificar a ocorrência de precipitados, formação de espuma excessiva, separação de fases ou aumento da viscosidade.

A ordem de mistura geralmente segue o padrão:

1. Água (até metade do volume)
2. Produtos sólidos ou em pó solúvel
3. Suspensões concentradas
4. Emulsões
5. Soluções aquosas e fertilizantes líquidos
6. Adjuvantes e surfactantes (por último)

Essa sequência minimiza o risco de incompatibilidade e garante a correta diluição dos insumos (MALAVOLTA, 2006).

4. Ajuste de pH e Condutividade Elétrica

O pH e a condutividade elétrica (CE) da calda influenciam diretamente na estabilidade química e na absorção dos nutrientes aplicados via foliar.

4.1 pH da calda

O pH adequado garante que os nutrientes permaneçam solúveis e disponíveis para absorção. Valores ligeiramente ácidos (entre 4,5 e 6,5) são recomendados para a maioria dos fertilizantes foliares, pois reduzem a precipitação e a degradação de micronutrientes. Um pH muito elevado pode provocar reações de hidrólise ou precipitação, enquanto valores muito baixos aumentam o risco de fitotoxicidade (FERNANDES; SOUZA, 2006).

O ajuste de pH é feito com aditivos acidificantes ou tamponantes, que estabilizam a solução durante o período de aplicação. É importante medir o pH logo após a preparação e antes do início da pulverização.

4.2 Condutividade elétrica

A CE indica a concentração total de sais dissolvidos na calda. Valores muito altos podem aumentar o risco de fitotoxicidade devido ao efeito osmótico, causando queimaduras nos tecidos foliares. Por outro lado, concentrações muito baixas podem ser insuficientes para suprir as necessidades nutricionais.

O controle da CE é especialmente importante quando se mistura fertilizantes foliares com defensivos, pois a soma das concentrações pode ultrapassar os limites de tolerância da planta. O uso de condutímetros portáteis é prática recomendada para monitorar a concentração da calda.

5. Considerações Finais

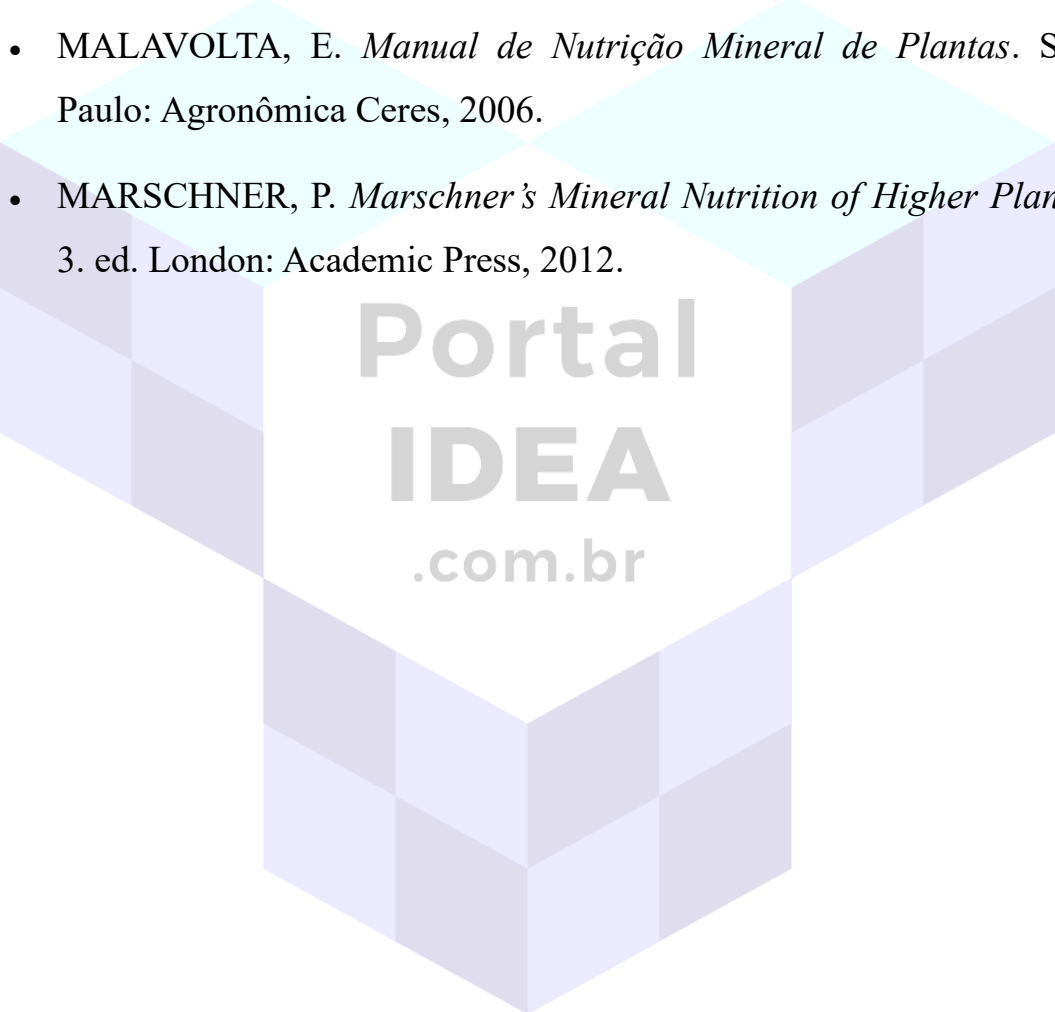
A preparação da calda para adubação foliar exige conhecimento técnico e atenção aos detalhes, pois erros nessa etapa podem comprometer a eficiência do tratamento, aumentar custos e causar danos à lavoura. A escolha correta da formulação, a realização do teste de compatibilidade e o ajuste adequado do pH e da condutividade elétrica são medidas essenciais para garantir segurança, eficiência e qualidade na aplicação.

O manejo criterioso da calda, aliado ao uso de equipamentos devidamente calibrados, contribui para maximizar a absorção dos nutrientes, minimizar perdas e reduzir impactos ambientais, tornando a adubação foliar uma prática segura e eficiente no manejo nutricional das culturas.

Portal
IDEA
.com.br

Referências Bibliográficas

- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Adubação foliar: princípios e práticas. In: FERNANDES, M. S. (org.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 377-408.
- MALAVOLTA, E. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MARSCHNER, P. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

The logo is a large, stylized hexagon composed of several smaller, overlapping hexagons in shades of light blue and purple. In the center of this hexagonal structure, the text "Portal" is written in a large, bold, sans-serif font. Below it, the word "IDEA" is written in a slightly smaller, bold, sans-serif font. At the bottom, ".com.br" is written in a smaller, regular, sans-serif font.

Portal
IDEA
.com.br

Equipamentos e Tecnologia de Aplicação na Adubação Foliar

1. Introdução

A aplicação eficiente de fertilizantes foliares depende não apenas da formulação e preparo da calda, mas também da escolha correta dos equipamentos e da tecnologia empregada na pulverização. O uso inadequado de pulverizadores, bicos e regulagens pode comprometer a eficiência do tratamento, aumentar custos e gerar riscos de fitotoxicidade.

A tecnologia de aplicação na adubação foliar visa garantir que a calda seja distribuída de forma homogênea, na dose correta e com mínima perda para o ambiente, assegurando absorção eficiente pelos tecidos vegetais. Entre os principais pontos estão a seleção do tipo de pulverizador, a regulação adequada de bicos e pressão e a importância de uma cobertura uniforme das folhas.

2. Pulverizadores Manuais, Costais e Mecanizados

A escolha do equipamento de pulverização está diretamente ligada à escala de produção, ao tipo de cultura e às condições operacionais disponíveis.

2.1 Pulverizadores manuais

São equipamentos simples, geralmente acionados por bomba manual de pistão ou diafragma. Apresentam baixo custo, fácil manutenção e são indicados para pequenas áreas, hortas, jardins e aplicações localizadas. Sua principal limitação é a baixa capacidade operacional e a maior dependência do operador para manter uniformidade e pressão adequadas.

2.2 Pulverizadores costais

Podem ser manuais, motorizados ou elétricos, sendo amplamente utilizados em áreas de médio porte, culturas perenes e horticultura. O modelo manual exige bombeamento constante para manter a pressão, enquanto o motorizado garante maior vazão e uniformidade. A vantagem é a mobilidade e a possibilidade de aplicação direcionada, mas o uso prolongado exige atenção à ergonomia e ao conforto do operador.

2.3 Pulverizadores mecanizados

São montados ou acoplados a tratores e podem incluir barras de pulverização, atomizadores e turbo pulverizadores. São ideais para grandes áreas e permitem alta eficiência operacional. Possuem sistemas de controle eletrônico de vazão, mapeamento por GPS e regulagem automática de bicos, garantindo maior precisão e menor desperdício. Em culturas arbóreas, os atomizadores com assistência de ar melhoram a penetração da calda no dossel, aumentando a cobertura foliar (MATTHEWS, 2008).

3. Regulagem de Bicos e Pressão

A correta regulagem dos bicos de pulverização e da pressão de trabalho é fundamental para garantir a quantidade e a qualidade das gotas aplicadas, afetando diretamente a cobertura foliar e a absorção de nutrientes.

3.1 Tipos de bicos

Os bicos definem o padrão de pulverização (cone cheio, cone vazio, leque, jato plano) e o tamanho das gotas. Para adubação foliar, bicos de cone vazio são frequentemente recomendados, pois produzem gotas finas que favorecem a cobertura uniforme. Entretanto, gotas muito finas aumentam o risco de deriva.

3.2 Pressão de trabalho

A pressão influencia o tamanho das gotas e a uniformidade da aplicação. Pressões mais altas produzem gotas menores, que melhoram a cobertura, mas aumentam perdas por deriva. Pressões mais baixas reduzem o risco de deriva, porém geram gotas maiores que podem escorrer, diminuindo a absorção foliar (FERNANDES; SOUZA, 2006).

3.3 Manutenção e calibração

É imprescindível inspecionar e limpar regularmente os bicos, substituindo-os quando desgastados. O desgaste altera o padrão de pulverização e aumenta o volume aplicado, levando a desperdícios e risco de fitotoxicidade. A calibração periódica do equipamento assegura que a dosagem recomendada pelo fabricante seja mantida durante toda a aplicação.

4. Importância da Cobertura Uniforme das Folhas

A cobertura uniforme das folhas é um dos fatores mais determinantes para o sucesso da adubação foliar. Nutrientes aplicados sobre a superfície foliar precisam entrar em contato com a maior área possível para maximizar a absorção e atingir tecidos metabolicamente ativos.

A absorção não é homogênea em toda a folha. A face inferior costuma apresentar maior número de estômatos, enquanto a superior pode ter cutícula mais espessa e cerosa. Portanto, uma aplicação eficaz deve atingir ambos os lados da folha, especialmente em culturas com dossel denso.

A falta de uniformidade pode resultar em áreas da planta subnutridas e reduzir o efeito esperado. Para garantir boa cobertura, é essencial:

- Ajustar corretamente os bicos e a pressão para produzir gotas adequadas.
- Utilizar volume de calda compatível com o porte da cultura e o estágio fenológico.
- Aplicar em condições ambientais favoráveis (umidade relativa elevada e temperatura moderada) para aumentar o tempo de permanência das gotas sobre a folha.
- Adotar técnicas de movimentação do equipamento que permitam boa penetração da calda no interior do dossel.

Quando a pulverização é direcionada apenas para a parte superior das plantas, há risco de baixa eficácia, especialmente em culturas de folhas sobrepostas ou com arquitetura fechada.

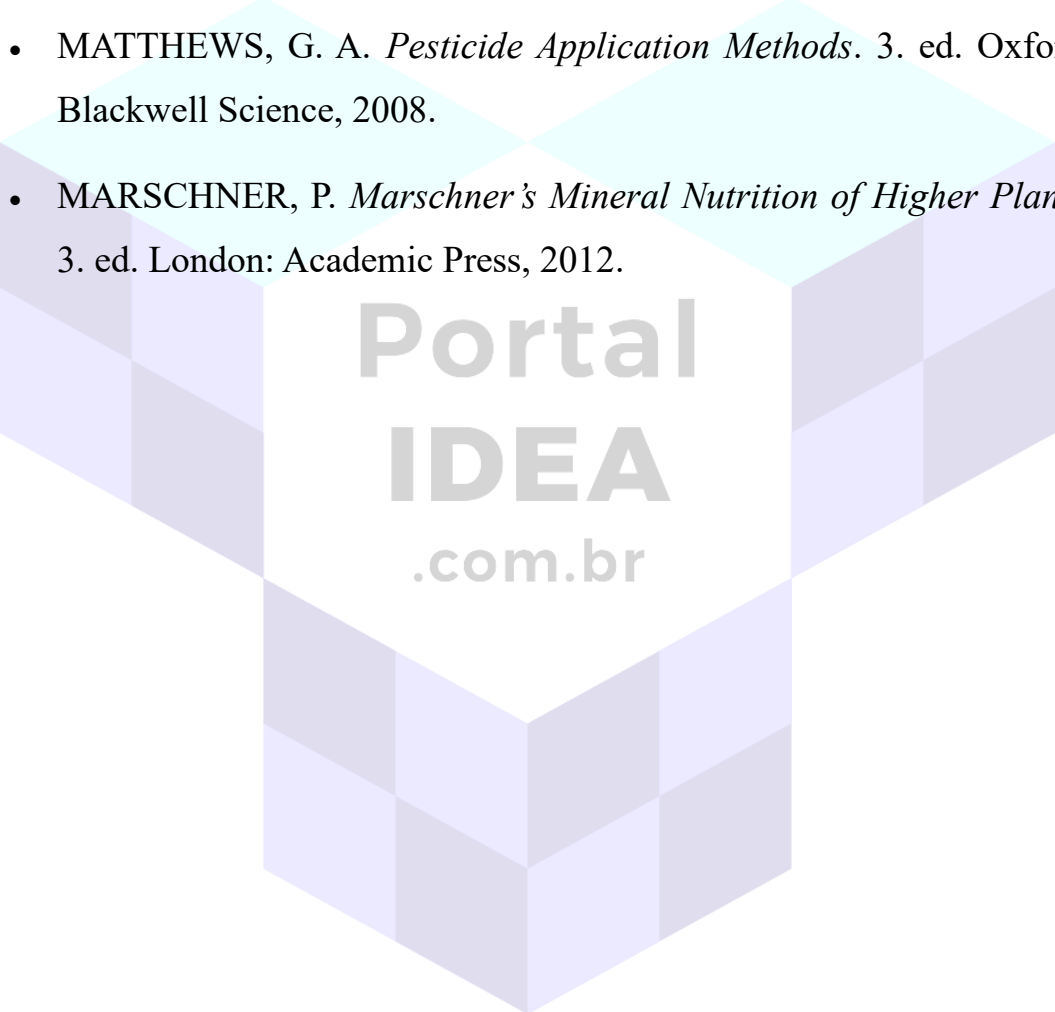
5. Considerações Finais

A tecnologia de aplicação é tão importante quanto a escolha do fertilizante foliar em si. Pulverizadores manuais, costais e mecanizados possuem indicações específicas conforme a escala e o tipo de cultura, sendo fundamental garantir que cada equipamento esteja devidamente regulado e calibrado.

A correta escolha de bicos e pressão de trabalho, associada a técnicas que promovam a cobertura uniforme das folhas, maximiza a eficiência da adubação foliar e reduz perdas econômicas e ambientais. O uso criterioso da tecnologia de aplicação transforma a adubação foliar em uma ferramenta altamente eficiente no manejo nutricional das culturas agrícolas.

Referências Bibliográficas

- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Adubação foliar: princípios e práticas. In: FERNANDES, M. S. (org.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 377-408.
- MALAVOLTA, E. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MATTHEWS, G. A. *Pesticide Application Methods*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science, 2008.
- MARSCHNER, P. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

The logo for Portal IDEA .com.br is a large, stylized hexagon composed of smaller, overlapping hexagons in shades of light blue and white. The text "Portal IDEA .com.br" is centered within the hexagon in a bold, sans-serif font.

Portal
IDEA
.com.br

Época e Frequência de Aplicação de Fertilizantes Foliares

1. Introdução

A definição correta da época e da frequência de aplicação de fertilizantes foliares é fundamental para garantir a eficiência do manejo nutricional e o retorno econômico do investimento. Diferentemente da adubação de solo, que fornece nutrientes de forma contínua pela absorção radicular, a adubação foliar tem efeito mais imediato e pontual, exigindo planejamento estratégico para coincidir com momentos de maior demanda fisiológica da planta ou para corrigir deficiências detectadas.

O sucesso dessa prática depende de fatores como o **estádio fenológico da cultura**, a definição adequada dos **intervalos e cronogramas de aplicação** e a **adaptação às condições climáticas** que afetam a absorção e a eficiência do tratamento.

2. Estádios Fenológicos das Culturas

O estágio fenológico é o conjunto de fases de desenvolvimento de uma planta, desde a germinação até a maturação e colheita. A escolha do momento de aplicação foliar deve considerar a fisiologia da cultura e o papel de cada nutriente nas diferentes fases.

De forma geral:

- **Fase inicial de crescimento vegetativo:** período caracterizado por alta demanda de nitrogênio, fósforo e micronutrientes como zinco e manganês, essenciais para o crescimento radicular e formação de folhas. A aplicação foliar nessa fase pode compensar deficiências iniciais e acelerar o estabelecimento da cultura (FERNANDES; SOUZA, 2006).
- **Pré-floração e floração:** momento crítico para a formação de estruturas reprodutivas, exigindo nutrientes como boro, cálcio e fósforo. Aplicações foliares nesta fase podem melhorar a fecundação, reduzir abortos florais e aumentar o número de frutos ou grãos.
- **Enchimento de frutos ou grãos:** fase de alta demanda de potássio, magnésio e micronutrientes que participam do transporte e acúmulo de açúcares e proteínas. A adubação foliar contribui para o aumento do peso e qualidade da produção.
- **Fase de maturação:** geralmente apresenta baixa absorção foliar devido à senescência foliar e redução da atividade metabólica. Aplicações nesse momento são menos eficientes, salvo para finalidades específicas, como melhoria de coloração em frutos.

O planejamento deve considerar que a absorção foliar é mais eficiente em folhas jovens e metabolicamente ativas, com cutícula menos espessa e maior atividade estomática.

3. Intervalos e Cronogramas Recomendados

A frequência das aplicações foliares deve equilibrar eficiência e custo, evitando tanto excessos quanto intervalos longos que comprometam o efeito desejado.

- **Correção de deficiências nutricionais:** em casos de deficiência identificada por análise foliar ou sintomas visuais, a aplicação deve ser imediata e pode ser repetida em intervalos de 7 a 14 dias, até a normalização dos níveis adequados do nutriente.
- **Aplicações preventivas:** em programas nutricionais planejados, as aplicações podem ser realizadas a cada 15 a 30 dias, de acordo com a cultura, o nutriente e a intensidade de crescimento da planta.
- **Culturas de ciclo curto** (hortaliças, algumas leguminosas): podem exigir de 2 a 4 aplicações foliares ao longo do ciclo.
- **Culturas perenes** (citros, café, frutíferas): a frequência é determinada pelo ciclo anual de crescimento, com aplicações concentradas nos períodos de brotação, floração e frutificação.

Ao definir o cronograma, é essencial considerar o tempo de resposta do nutriente, sua mobilidade no floema e o risco de fitotoxicidade. Nutrientes de baixa mobilidade, como cálcio e boro, podem exigir aplicações mais frequentes e direcionadas aos tecidos em crescimento.

4. Adaptação às Condições Climáticas

As condições climáticas no momento da aplicação exercem forte influência sobre a absorção e eficiência dos fertilizantes foliares.

- **Temperatura:** temperaturas moderadas (18°C a 28°C) favorecem a penetração e o transporte dos nutrientes. Temperaturas muito altas aumentam a evaporação das gotas antes da absorção, enquanto temperaturas muito baixas reduzem a atividade fisiológica da planta.

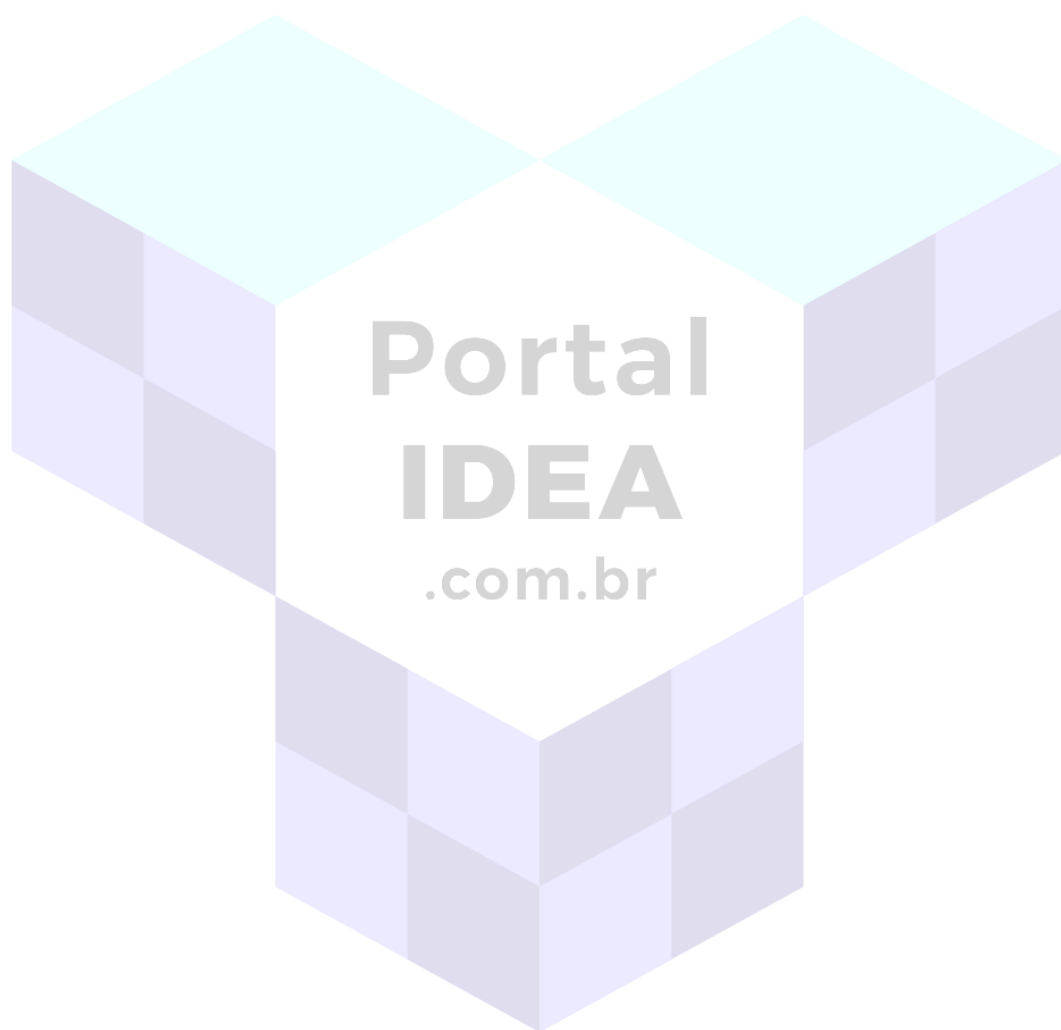
- **Umidade relativa do ar:** valores acima de 70% prolongam o tempo de permanência da calda sobre a superfície foliar, aumentando a absorção. Em condições secas, as gotas evaporam rapidamente, reduzindo a eficiência.
- **Radiação solar:** aplicações devem ser preferencialmente realizadas nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde, quando a radiação é menos intensa e os estômatos estão mais ativos. Isso reduz riscos de fitotoxicidade e evaporação.
- **Chuva:** é necessário evitar aplicações com previsão de chuva nas horas seguintes, pois a lavagem da calda reduz significativamente a absorção. Para alguns nutrientes, um período de 3 a 6 horas sem chuva é considerado o mínimo para absorção efetiva (MALAVOLTA, 2006).

A adaptação às condições climáticas inclui também o uso de adjuvantes que reduzem a tensão superficial e aumentam a adesão da calda à folha, bem como ajustes no volume de aplicação para compensar condições adversas.

5. Considerações Finais

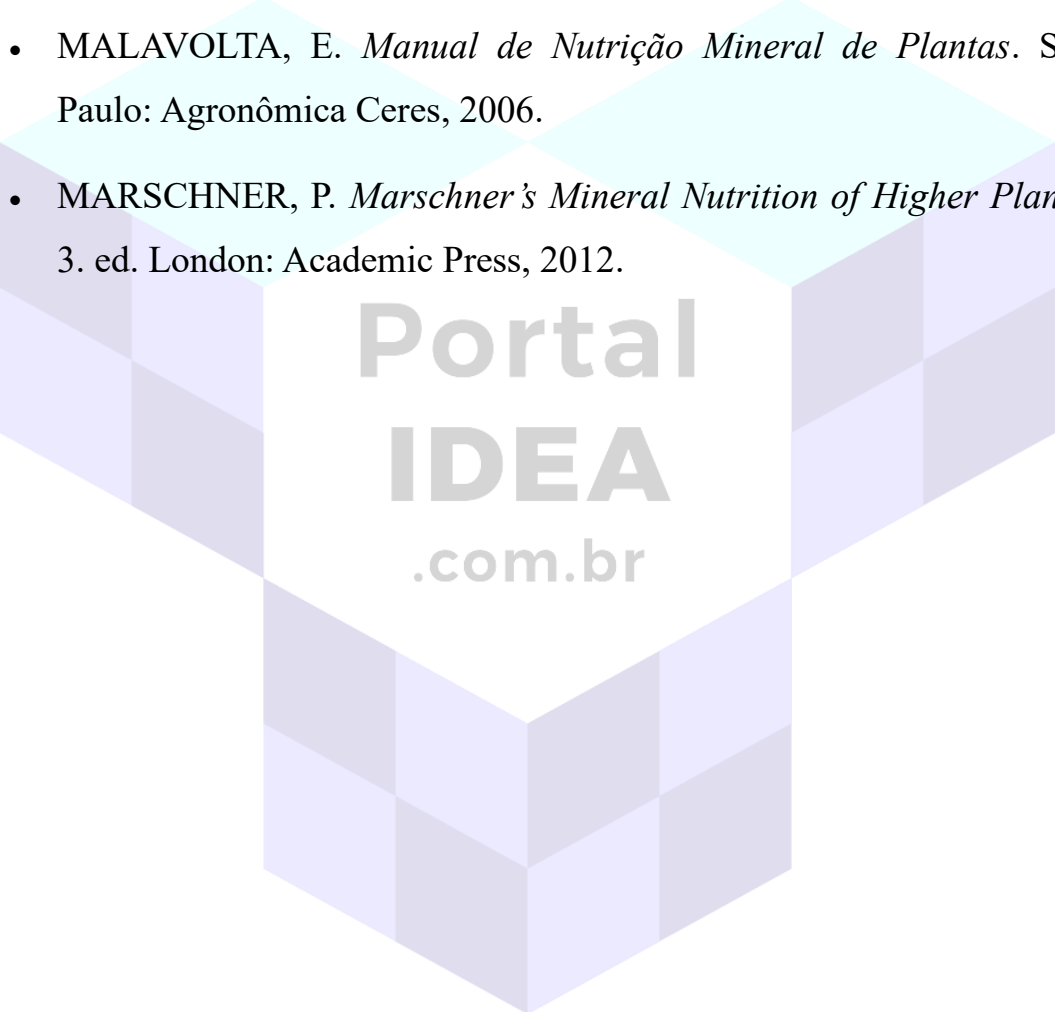
A definição da época e da frequência de aplicação de fertilizantes foliares deve ser baseada no conhecimento detalhado da fisiologia da cultura, das características de cada nutriente e das condições ambientais. Aplicações realizadas em estádios fenológicos de alta demanda, com intervalos adequados e em condições climáticas favoráveis, aumentam a eficiência do manejo e maximizam o retorno econômico.

O uso estratégico da adubação foliar, integrado a análises foliares e de solo, permite ajustes precisos no programa nutricional, evitando desperdícios e minimizando impactos ambientais. Assim, a época e frequência corretas não apenas aumentam a produtividade, mas também contribuem para a sustentabilidade da agricultura moderna.



Referências Bibliográficas

- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. 2. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005.
- FERNANDES, M. S.; SOUZA, S. R. Adubação foliar: princípios e práticas. In: FERNANDES, M. S. (org.). *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 377-408.
- MALAVOLTA, E. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.
- MARSCHNER, P. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. 3. ed. London: Academic Press, 2012.

The logo for Portal IDEA .com.br is a large, stylized hexagon composed of smaller, overlapping hexagons in shades of light blue and white. The text "Portal" is in a large, bold, sans-serif font, with "IDEA" in a larger, bolder, sans-serif font below it, and ".com.br" in a smaller, sans-serif font at the bottom.

Portal
IDEA
.com.br