

MANEJO DA ADUBAÇÃO EM MACIEIRAS

1. Introdução

A adubação constitui uma das práticas mais eficientes para assegurar a planta à possibilidade de expressar seu potencial genético para produzir frutos abundantes e de excelente qualidade. A finalidade da adubação é colocar a disposição das plantas as quantidades adequadas dos elementos essenciais, para que estas possam realizar suas funções vitais (fisiológicas). O manejo da adubação inicia com a implantação do pomar, onde antes do plantio das mudas é necessária a correção da acidez e a elevação dos teores dos nutrientes para níveis adequados.

A correção da acidez e adubação de pré-plantio é baseada na análise do solo, onde a dose de calcário a ser aplicada é baseada na quantidade obtida com o Índice SMP do solo para atingir os valores de pH 6,5 ou 6,0. Já na adubação de pré-plantio, o fósforo, potássio e o boro são os nutrientes que precisam ser aplicados no solo, com o objetivo de elevar os seus teores até o nível crítico ou faixa de suficiência. As quantidades sugeridas podem ser encontradas em CQFS-RS/SC (2016) e BRUNETTO et al. (2025). Preferencialmente, a aplicação do calcário e dos fertilizantes em pré-plantio deve ser feita em taxa variável, ajustando as quantidades de calcário e fertilizantes aplicadas em diferentes áreas dentro do pomar, com base em análises de solo e mapas de fertilidade do solo, permitindo que os insumos sejam distribuídos no local certo e quando são mais necessários. Nessa etapa o pomicultor tem a melhor oportunidade de corrigir os teores dos nutrientes, uma vez que, após a implantação do pomar, torna-se difícil a correção em camadas mais profundas, principalmente dos níveis de fósforo, que possui uma baixa mobilidade no solo.

2. Adubação na fase de crescimento

A adubação de crescimento das plantas corresponde ao manejo nutricional na fase de formação das plantas, desde a instalação do pomar até o período de início da estabilidade de produção, que normalmente corresponde ao primeiro e segundo ano após o plantio das mudas. Esse período é de grande importância, pois as plantas estão em fase de estruturação de um dossel vegetativo adequado, formando as estruturas vegetativas que darão suporte ao desempenho produtivo.

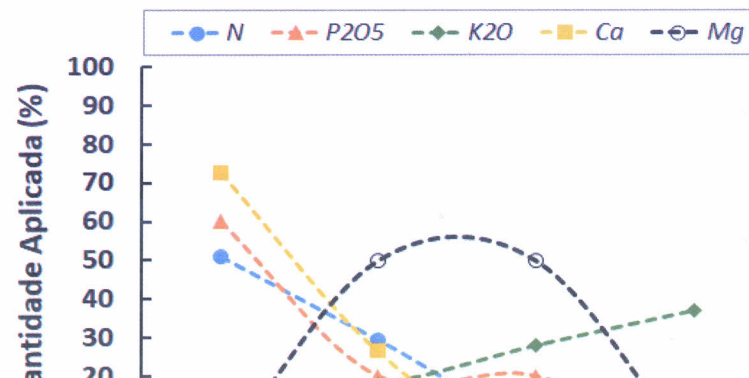
Até pouco tempo, a sistematização dos pomares de macieira envolvia características de menor densidade de plantas por hectare, porta-enxertos mais vigorosos e sistemas de condução com maior volume de área vegetativa, as quais preconizavam a entrada em produção após três a quatro anos após o plantio. Estas características estabeleceram os parâmetros que orientaram as pesquisas científicas para o estabelecimento das recomendações de manejo de nutrientes para a macieira nestas condições.

após a brotação, considerando as taxas de absorção e as quantidades necessárias de cada nutriente para a macieira (Figura 1). Preferencialmente utilizar fertilizantes solúveis e em aplicação na forma de “drench”, que consiste na pulverização da calda (fertilizante dissolvido em água) diretamente nas raízes das plantas, ou seja, aplicam-se os nutrientes no solo por meio de jato dirigido, ao longo da linha de plantio, sob a saia das plantas, pois dessa forma facilita-se a absorção dos nutrientes que estarão prontamente disponíveis na região radicular pela presença da água. Desta forma, a quantidade dos nutrientes a aplicar depende da idade da planta, do espaçamento de plantio, do tipo de porta-enxerto utilizado e, principalmente, da demanda sazonal de cada nutriente pela macieira.

Tabela 1. Recomendação de adubação com macronutrientes para a fase de crescimento vegetativo da macieira, considerando a cultivar, porta-enxerto e a idade do pomar.

Idade do Pomar	Grupo Gala					Grupo Fuji				
	Quantidade a aplicar (Kg.ha ⁻¹)					Quantidade a aplicar (Kg.ha ⁻¹)				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
<i>Porta-enxerto Anão (> 2.300 plantas.ha⁻¹)</i>										
Implantação	35	15	30	20	7	40	15	35	20	7
Segundo Ano	45	25	55	25	9	50	25	60	25	10
Terceiro Ano	60	40	75	40	12	65	35	80	30	12
<i>Porta-enxerto Semi-Vigoroso (1.600 a 2.300 plantas.ha⁻¹)</i>										
Implantação	30	15	30	20	6	35	15	30	20	6
Segundo Ano	45	25	55	25	8	50	25	60	25	8
Terceiro Ano	60	35	80	30	10	65	40	90	30	12
<i>Porta-enxerto Vigoroso (< 1.600 plantas.ha⁻¹)</i>										
Implantação	25	10	30	15	5	30	15	30	15	6
Segundo Ano	40	25	55	20	8	50	25	60	25	9
Terceiro Ano	60	40	80	25	10	60	40	90	30	12

FONTE: Adaptado de Nachtigall (2022) e de Hahn et al. (2025).



Atualmente, a sistematização dos pomares mudou significativamente, com maior densidade de plantas por hectare, porta-enxertos menos vigorosos, sistemas de condução com tendências mais planas e, principalmente, entrada em produção mais precoce, denominados por muitos produtores como “Pomares do Futuro”. Aliada a estas alterações no sistema de manejo dos pomares, na região produtora de macieira no Brasil, as variações climáticas verificadas nos últimos anos têm indicado irregularidade e má distribuição das chuvas, principalmente nos meses de novembro e janeiro, o que tem dificultado o estabelecimento inicial das mudas.

Na fase de crescimento das plantas deve-se considerar que, para um manejo nutricional adequado à formação da planta, devem ser fornecidos os nutrientes na época certa, na quantidade certa, na forma certa e no local certo. Isto porque, normalmente as mudas de macieira nesta fase ainda não apresentam um sistema radicular eficiente para suportar o aporte necessário de água e nutrientes, bem como ocorrem frequentes períodos de déficit hídrico no solo, que afetam a absorção de nutrientes e o desenvolvimento das plantas.

A definição das quantidades de nutrientes para adubação de crescimento deve considerar o tipo de porta-enxerto, já que porta-enxertos de maior vigor exigem quantidades maiores de nutrientes nesta fase, em comparação com porta-enxertos de menor vigor. Além disso, a adubação de crescimento deve estar ajustada a densidade de plantio, visando ajustar o fornecimento de nutriente por planta, uma vez que um pomar com maior quantidade de plantas por hectare exige maior aporte de nutrientes do que um pomar com menor quantidade de plantas por hectare.

Mesmo que a correção inicial do solo pela calagem e a adubação de pré-plantio tenham sido realizadas de forma adequada, na fase inicial de formação do pomar devem ser fornecidos anualmente todos os macronutrientes (Tabela 1). A indicação é de que estes nutrientes sejam fornecidos de forma parcelada, preferencialmente em quatro etapas

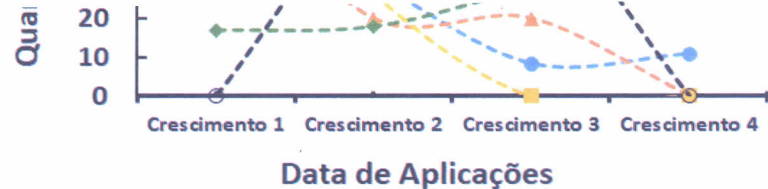


Figura 1. Quantidades a aplicar de N, P₂O₅, K₂O, Ca e Mg nas fases do crescimento vegetativo da macieira (Crescimento 1 após a brotação; Crescimento 2 - período de 4 semanas após a fase de Crescimento 1; Crescimento 3 - período de 4 semanas após a fase de Crescimento 2; Crescimento 4 - período de 4 semanas após a fase de Crescimento 3).

FONTE: Adaptado de Nachtigall (2022).

A nova sugestão de adubação de crescimento se justifica pelo fato de que as mudas (especialmente com porta-enxertos ananizantes) possuem sistema radicular pouco desenvolvido inicialmente, o que dificulta a absorção de nutrientes e água na quantidade necessária para o desenvolvimento desejado, principalmente no primeiro ano. O parcelamento permite ao técnico ou produtor acompanhar periodicamente o desenvolvimento das plantas, podendo optar por aumentar ou reduzir as doses e fontes em função do desenvolvimento desejado. A aplicação de fertilizantes de alta solubilidade e na forma dissolvida em água permite a rápida absorção dos nutrientes, além da presença da água como meio de transporte destes até as raízes. A variação das doses dos nutrientes ao longo do período vegetativo permite atender as demandas específicas de cada nutriente, bem como estabelecer indicativo para a planta de qual é o momento que deve ocorrer prioridade para o sistema vegetativo e qual é o momento que deve ocorrer prioridade para o sistema reprodutivo. O termino do parcelamento das aplicações entre o final de fevereiro e meados de março têm por objetivo induzir o termino do desenvolvendo

vegetativo e o início da fase de lignificação das estruturas vegetativas.

3. Adubação na fase de produção

3.1 Adubação via solo

A partir do momento que o pomar inicia a produção, passa-se a realizar a adubação de produção ou manutenção. A adubação de produção visa manter a fertilidade do solo construída antes do plantio do pomar, bem como repor as quantidades dos nutrientes extraídos pelas plantas e as perdas ou indisponíveis devido às reações químicas que ocorrem no solo. Deve-se considerar que parte dos nutrientes absorvidos pela planta é exportada do pomar, pelos frutos comercializados anualmente, constituindo-se em importante parcela a ser reposta pela adubação de manutenção.

Os nutrientes e as quantidades a serem aplicadas são definidos a partir de análises do solo, foliar e, quando possível, de frutos. Além disso, devem ser considerados fatores como a idade das plantas, as produtividades obtidas nas últimas safras, o vigor de plantas e o sistema de condução. A aplicação dos fertilizantes na fase de produção do pomar deve ser feita na área abrangida pela projeção da copa das plantas, ao longo da fila de plantio.

As quantidades de adubo nitrogenado a serem aplicadas dependem do teor do nutriente na folha, da produtividade esperada do pomar e do vigor do porta-enxerto utilizado (Tabela 2). Destaca-se que para pomares com concentrações de nitrogênio foliar acima de 2,5% e com o crescimento dos ramos do ano excessivo durante o período vegetativo, a adubação nitrogenada anual pode ser totalmente suprimida. Em pomares cobertos com tela antigranizo com alto sombreamento tem-se uma tendência de maior crescimento vegetativo das plantas, requerendo mais atenção com a aplicação de nitrogênio. Nestas condições, de modo a evitar o excessivo crescimento vegetativo das plantas, as quantidades de nitrogênio a serem aplicadas podem ser reduzidas.

Recomenda-se parcelar a aplicação do nitrogênio, de modo que na fase de brotação aplicar 40% da dose de nitrogênio, com frutos até 15 mm de diâmetro aplicar 30% da dose de nitrogênio e com frutos com mais de 25 mm aplicar 30% da dose de nitrogênio. Aplicações de nitrogênio em pós-colheita (para reposição de reservas) devem ser feitas em pequenas dosagens, visando evitar rebrote de folhas e ramos, que representam gastos de energia da planta.

Tabela 2. Quantidades de nitrogênio a aplicar com base em teores foliares, produtividade esperada e tipo de porta-enxerto, em pomares de macieira.

declínio das reservas de potássio desses solos. As quantidades recomendadas para reposição desse nutriente (Tabela 4) devem ser interpretadas considerando a análise de solo, a análise foliar e a produtividade esperada.

Preferencialmente a aplicação da adubação com potássio deve ser feita no período vegetativo das plantas e de forma parcelada, de modo que na fase pós-brotação aplica-se 30% da dose de potássio, com frutos até 15 mm de diâmetro aplica-se 30% da dose de potássio e com frutos com mais de 25 mm aplica-se 40% da dose de potássio. Evitar a aplicação de potássio no início da brotação, de modo a evitar a competição na absorção com o cálcio, que tem sua maior taxa de absorção nessa fase.

Tabela 4. Quantidade de potássio a aplicar com base nos teores foliares e teores no solo, em pomares de macieira.

Teor de K na folha (%)	Teor de K no solo ⁽¹⁾ (mg dm ⁻³)	Produtividade esperada (t ha ⁻¹)		
		< 40	40 – 60	> 60
		kg ha ⁻¹ de K ₂ O		
	< 150	80	100	120
< 1,20	150-250	60	80	90
	> 250	40	60	80
	< 150	60	70	90
≥ 1,20	150-250 [*]	40	50	60
	> 250	20	30	40

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016), Nachtigall (2022) e de Hahn et al. (2025).

⁽¹⁾ Reduzir em 20% a quantidade a aplicar se o teor no solo de potássio for superior a 400 mg.dm⁻³.

3.2 Adubação foliar

Em condições normais de manejo não são recomendadas adubações foliares com nitrogênio, fósforo e potássio, uma vez que as quantidades demandadas pela macieira durante cada ciclo são altas, o que dificulta o fornecimento via foliar. Contudo, em casos de comprovada deficiência e visando a sua correção durante a safra, podem ser utilizadas aplicações foliares visando minimizar a deficiência.

A adubação foliar normalmente objetiva complementar a adubação via solo, sendo uma excelente ferramenta para a correção de deficiências nutricionais verificadas durante a safra, ou então, para atender a demanda de nutrientes cuja absorção seja restritiva para a cultura, como é o caso do cálcio e do boro.

O cálcio, devido ao papel fisiológico em frutos, quando em deficiência na planta pode causar determinados distúrbios fisiológicos no fruto, como o bitter pit. Uma vez que a mobilidade desse nutriente é baixa na planta, sua aplicação por via foliar torna-se importante. Para o cultivo de macieiras no Sul do Brasil, são observados resultados positivos às

Teor de N na folha ⁽¹⁾	Produtividade	Vigor do porta-enxerto ⁽²⁾		
		Anão	Semi-Vigoroso	Vigoroso
(%)	(t ha ⁻¹)	kg ha ⁻¹ de N		
	> 60	65	70	75
< 2,0	40 – 60	60	60	65
	< 40	50	55	55
	> 60	50	55	60
2,0 a 2,5	40 – 60	45	50	55
	< 40	40	45	50

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016), Nachtigall (2022) e de Hahn et al. (2025).

(1) Não aplicar nitrogênio quando o teor for maior que 2,5%.

(2) Porta-enxertos Anão (> 2.300 plantas.ha-1); porta-enxertos Semi-Vigoroso (1.600 a 2.300 plantas.ha-1); porta-enxertos Vigoroso (< 2.300 plantas.ha-1). Para produtividades muito inferiores a 40 t.ha-1, a adubação com nitrogênio pode ser suprimida.

As quantidades recomendadas para reposição de fósforo (Tabela 3) devem ser interpretadas pela análise de solo e, quando possível, análise foliar. Se a concentração foliar for normal e os teores no solo forem altos, aplicações de manutenção de fósforo na fase de produção do pomar podem ser suprimidas. Por outro lado, sem o teor no solo de fósforo for inferior a 4,0 mg/dm-3 deve-se aumentar a dosagem em 20%. Preferencialmente a aplicação da adubação com fósforo deve ser feita no período vegetativo das plantas.

Tabela 3. Quantidade de fósforo a aplicar com base nos teores foliares, teores no solo e na produtividade esperada, em pomares de macieira.

Teor de P na folha ⁽¹⁾	Interpretação do teor de P no solo	Produtividade esperada (t ha ⁻¹)		
		< 40	40 a 60	> 60
(%)		kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅		
< 0,15	Muito baixo, baixo e médio	30	50	70
	Alto ou muito alto	20	30	40
≥ 0,15	Muito baixo, baixo e médio	0	20	30
	Alto ou muito alto	0	0	20

Fonte: Adaptado de CQFS-RS/SC (2016), Nachtigall (2022) e de Hahn et al. (2025).

⁽¹⁾ Quando o teor de fósforo no solo for inferior a 4,0 mg.dm⁻³, aumentar a dosagem em 20%.

Como o potássio é o nutriente mais extraído pelos frutos de macieira, geralmente a produtividade está positivamente associada com os teores de potássio no solo e na planta. Embora os solos da região produtora de maçãs do sul do Brasil possam conter teores de médios a altas de potássio, a não reposição por meio das adubações pode causar rápido

aplicações foliares de cálcio durante a etapa de frutificação, em especial na superfície dos frutos em desenvolvimento. Resultados recentes com aplicações foliares de fontes de cálcio em maçãs 'Maxi Gala' e 'Fuji Suprema' mostraram que o aumento dos teores do elemento na epiderme de frutos reduziu a incidência de bitter pit em 'Maxi Gala' (Hahn et al., 2022). Resultados com a 'Fuji' mostraram que a aplicação de cálcio via foliar diminuiu a incidência de distúrbios fisiológicos nos frutos (Nachtigall & Nava, 2010). Recomenda-se fazer oito a doze pulverizações quinzenais com solução de cloreto de cálcio (CaCl₂) ou nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂) de 0,4 a 0,6% nas plantas em produção a partir do final de outubro.

Quando detectadas deficiências nutricionais de zinco, manganês ou magnésio nos pomares, a recomendação é o suprimento por meio de duas pulverizações anuais (uma em setembro e outra em fevereiro). As fontes e dosagens para atender zinco, manganês e magnésio são ZnSO₄, MnSO₄ e MgSO₄, nas dosagens 400, 200 e 400 g 100 L-1 de água, respectivamente.

4. Literatura Citada

BRUNETTO, G.; GIROTTI, E.; MOTERLE, D. F.; TIECHER, T. L.; HAHN, L.; MELO, G. W. B. (Eds.). Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas. Santa Maria : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2025. 544p.

CQFS-RS/SC – Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 2016. 376p.

HAHN, L.; NACHTIGALL, G. R.; ROZANE, D. E.; MOURA-BUENO, J. M.; SANTOS, E. M. H.; TRAPP, T. BRUNETTO, G. Calagem, adubação e nutrição da macieira. In: BRUNETTO, G.; GIROTTI, E.; MOTERLE, D. F.; TIECHER, T. L.; HAHN, L.; MELO, G. W. B. (Eds.). Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas. Santa Maria : Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Regional Sul, 2025. p.305 -326.

HAHN, L.; SUZIN, D. L.; ARGENTA, L. C.; TIECHER, T. L.; THEWES, F. R.; MOURA-BUENO, G.; BRUNETTO, G. Calcium applications on 'Fuji Suprema' and 'Maxi Gala' apple trees: fruit quality at harvest and after cold storage. *Bragantia*, v.81, 2022.

NACHTIGALL, G. R. Fertilização em fruticultura de clima temperado. In: HAHN, L.; BRUNETTO, G. (Org.) Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas. Santa Maria : Pallotti, 2022. p. 69- 90.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. *Agropecuária Catarinense*, v.23, p.87-97, 2010.

Gilmar R. Nachtigall
Embrapa Uva e Vinho
gilmar.nachtigall@embrapa.br