

Capítulo 8

Adubação em pomares de pessegueiro no Rio Grande do Sul

Gustavo Brunetto⁽¹⁾
Carina Marchezan⁽²⁾
Paola Daiane Welter⁽³⁾
Danilo Eduardo Rozane⁽⁴⁾
William Natale⁽⁵⁾
Leandro Hahn⁽⁶⁾
Gilberto Nava⁽⁷⁾
Jean Michel Moura-Bueno⁽⁸⁾
Jacson Hindersmann⁽⁹⁾

Resumo

O manejo adequado da fertilidade do solo e da nutrição mineral é um dos principais fatores para a sustentabilidade e a produtividade de pomares de pessegueiro. Devido às características dos solos tropicais e subtropicais, geralmente ácidos e com baixa disponibilidade natural de nutrientes, a aplicação de

⁽¹⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo, Professor no Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. Bolsista em Produtividade do CNPq 1B. E-mail: brunetto.gustavo@gmail.com

⁽²⁾ Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: marchezancarina@gmail.com

⁽³⁾ Engenheira Agrônoma, Doutora em Produção Vegetal. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: paoladwelter@gmail.com

⁽⁴⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Registro, SP, Brasil. Bolsista em Produtividade do CNPq. E-mail: danilo.rozane@unesp.br

⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas), Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, Brasil. Bolsista em Produtividade do CNPq. E-mail: natale@ufc.br

⁽⁶⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutora em Ciência do Solo. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (Epagri), Estação Experimental de Urussanga, Urussanga, SC, Brasil. E-mail: leandrohahn@epagri.sc.gov.br

⁽⁷⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo. Pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CPACT), Pelotas, RS, Brasil. E-mail: gilberto.nava@embrapa.br

⁽⁸⁾ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: buenोजean1@gmail.com

⁽⁹⁾ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: jacsonjh7@gmail.com

corretivos e fertilizantes torna-se prática essencial para garantir o desenvolvimento vegetativo, a formação do pomar e a produção de frutos com qualidade. Entretanto, a dinâmica dos nutrientes no solo, associada a processos como adsorção, lixiviação, volatilização etc., frequentemente reduz a eficiência de uso dos fertilizantes, elevando os custos de produção e os potenciais riscos ambientais. Nesse contexto, estratégias de manejo baseadas no diagnóstico da fertilidade do solo e do estado nutricional das plantas, bem como na adoção de práticas de adubação mais assertivas, considerando épocas de aplicação, melhores doses e fontes, além do modo de aplicação e uso de novas tecnologias como os bioinsumos, tornam-se fundamentais para aumentar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes. Em função disso, este capítulo apresentará um compilado dos conhecimentos relacionados à nutrição e adubação do pessegueiro, incluindo adubação de pré-plantio, crescimento e produção, diagnóstico nutricional e alternativas de manejo voltadas à sustentabilidade dos sistemas de produção.

Palavras-chave: Manejo nutricional; *Prunus persica* sp.; Fertilidade do solo; Adubação mineral; Bioinsumos.

1. Introdução

A adequada nutrição mineral representa na fruticultura um dos aspectos mais importantes para alcançar sucesso nessa atividade. O pessegueiro, assim como a maioria das frutíferas, tem grande exigência nutricional, seja na etapa de implantação do pomar para o estabelecimento inicial das mudas, seja durante a fase de crescimento/desenvolvimento para a expansão das raízes e ampliação da copa. Além disso, no período de produção plena, a demanda de nutrientes é bastante elevada em função da renovação do sistema radicular, bem como da parte aérea devido as podas anuais e, ainda, em consequência da exportação de elementos essenciais pelos frutos à cada ciclo produtivo.

Por outro lado, os solos tropicais e subtropicais, como os da maior parte do Brasil têm, em geral, reação ácida e baixa reserva de nutrientes, o que torna

imperativa a aplicação de quase totalidade dos nutrientes exigidos para o pleno desenvolvimento das culturas. Desse modo, fatores ligados à planta e ao solo conduzem à utilização de quantidades elevadas de corretivos e fertilizantes nos pomares, o que pressupõe competência técnica que compense economicamente o uso desses insumos. Entretanto, um ambiente adverso para as raízes pode comprometer o aproveitamento dos elementos aplicados via fertilizantes. Assim, frequentemente, as respostas à adubação são inibidas devido à reação ácida dos solos.

Em função das condições edafoclimáticas do país, a dinâmica dos nutrientes aplicados como fertilizantes ao solo favorece as perdas por lixiviação, adsorção, volatilização, desnitrificação, erosão etc., daí a necessidade de pesquisas para estabelecer os melhores valores de teores de nutrientes no solo e em folhas, melhores doses, épocas, localização e tipo de fertilizante a ser aplicado. De acordo com Fageria (2014), as estimativas são de que apenas 20-30% do total de nutrientes fornecidos como fertilizantes sejam absorvidos, especialmente, nos primeiros anos de adubação. Assim, pode-se afirmar que a maioria das espécies de interesse econômico tem baixa eficiência de absorção, por causa da dinâmica dos nutrientes no solo. Por outro lado, em virtude da seleção da maioria das cultivares, atualmente em uso, ter sido realizada em ambiente de alta disponibilidade de nutrientes durante o melhoramento genético, torna-se obrigatória a aplicação de elevadas doses de fertilizantes para a obtenção de rendimentos satisfatórios, aumentando os custos de produção e os riscos de contaminação ambiental.

O manejo racional, eficiente e sustentável de nutrientes nos pomares de frutas implica no monitoramento da disponibilidade de elementos essenciais, no conhecimento de sua dinâmica no solo, na cinética de absorção pelas plantas e nas exigências da cultura nos diferentes estádios fenológicos, o que possibilita o estabelecimento de estratégias para um plano de adubação sustentável. Neste capítulo, será utilizada a literatura atualmente disponível sobre o tema, buscando-se explorar os potenciais mecanismos para melhorar a eficiência e os benefícios da

aplicação de fertilizantes na cadeia produtiva do pessegueiro, bem como as limitações e os desafios dessa prática agrícola.

2. Adubação de pré-plantio

A calagem, quando há reação ácida do solo, conforme discutido no capítulo 7 deste livro, deve ser realizada pelo menos três meses antes da adubação de pré-plantio, a fim de que os benefícios dessa prática agrícola contribuam para a melhoria do ambiente radicular para as mudas de pessegueiro, mas, também, para o aumento da eficiência de utilização dos fertilizantes adicionados nesta fase, reduzindo a adsorção de fósforo (P) e a lixiviação de potássio (K).

As quantidades de fertilizantes fosfatados e potássicos a serem aplicadas em pré-plantio dependem da disponibilidade desses nutrientes no solo, indicadas via análise química para fins de fertilidade. P e K devem ser aplicados sempre que estiverem nas seguintes classes de interpretação (extrator Mehlich-1): muito baixo, baixo, médio e alto, de acordo com os valores apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Quantidades de P e K recomendadas em pré-plantio para espécies frutíferas, como o pessegueiro, em função das concentrações de P e K disponíveis no solo

Classes de disponibilidade de P e K no solo	Nutrientes ⁽¹⁾	
	Fósforo	Potássio
	kg de P ₂ O ₅ ha ⁻¹	kg de K ₂ O ha ⁻¹
Muito baixo	250	150
Baixo	170	90
Médio	130	60
Alto	90	30
Muito alto	0	0

⁽¹⁾ Dependendo do tipo de solo, da espécie frutífera e do sistema de produção, essas doses podem ser aumentadas ou diminuídas a critério do técnico responsável pelo pomar. Fonte: Adaptado CQFS-RS/SC (2016).

Conforme a orientação da CQFS-RS/SC (2016), os adubos P e K devem ser aplicados em área total, por ocasião do preparo do solo, e incorporados

preferencialmente com arado ou grade pesada. Entretanto, Brunetto et al. (2023) fazem uma reflexão sobre essa recomendação. O Brasil é inteiramente dependente das importações de fertilizantes que, em 2024, representaram cerca de 72 e 97 % do consumo nacional de P_2O_5 e K_2O respectivamente (ANDA, 2025). Essa dependência é uma questão difícil de solucionar no curto prazo e, além disso, o fornecimento mundial desses insumos é dominado por poucos países; considerando que os fertilizantes são *commodities*, o Brasil fica sujeito aos humores do mercado internacional. Esta abordagem está fundamentalmente divorciada da realidade da produção agrícola, visto que a dependência cada vez maior de fertilizantes importados deixa a economia brasileira, fortemente apoiada no Agronegócio, aí incluída a fruticultura, vulnerável às oscilações externas.

Além do contexto econômico e político da questão dos fertilizantes, a aplicação e a incorporação de nutrientes em área total nas culturas perenes implicam em que, parte do P poderá ser adsorvido, com elevado grau de energia, a grupos funcionais de partículas inorgânicas reativas do solo, o que diminui a disponibilidade e a difusão de P no solo (Brunetto et al., 2013) e, por consequência, a absorção pela frutífera. A adsorção de P será maior em solos mais argilosos. Por outro lado, em solos arenosos, a incorporação de fertilizantes fosfatados e potássicos pode diluir as concentrações de P e K no perfil (Ciotta et al., 2020), reduzindo a probabilidade de ocorrer difusão e, o consequente contato íon-raiz, sendo esse o processo mais relevante para a aquisição de ambos os nutrientes pelas culturas. Convém destacar, ainda, que em solos arenosos, com baixos valores de capacidade de troca de cátions ($CTC_{pH7,0}$), submetidos a elevadas doses de fertilizantes potássicos, pode ocorrer lixiviação de K. Outro aspecto que precisa ser considerado é que o sistema radicular de uma frutífera recém-implantada demora até alcançar a entrelinha. Assim, se P e K forem aplicados nessa região por ocasião da implantação do pomar, com o passar do tempo esses macronutrientes podem ser fixados (P) ou lixiviados (K), antes que as raízes tenham oportunidade de aproveitá-los. Em razão de tudo isso, em ambos os casos, a

eficiência de aproveitamento desses dois nutrientes aplicados nas entrelinhas seria baixa.

Toselli et al. (2022) complementam, indicando que em pomares em implantação, elementos pouco móveis no solo, como P e K, devem ser posicionados próximos ao local de crescimento das raízes (sulco ou cova), dado ao restrito volume de solo explorado pelas frutíferas nos primeiros anos.

Por outro lado, quando se adota a prática de aplicar P e K em área total na implantação dos pomares, busca-se favorecer as plantas de cobertura, nativas ou que serão cultivadas na entrelinha. No contexto atual de dependência do Brasil dos insumos importados, do aumento nos custos dos fertilizantes e das incertezas de aquisição dessas *commodities* no mercado internacional, é preciso avaliar se essa prática compensa, uma vez que, o volume de fertilizante a ser aplicado será maior comparado a aplicação apenas no sulco de plantio. Por outro lado, não há dúvida dos benefícios das plantas de cobertura na proteção da entrelinha dos pomares. Porém, é possível encontrar espécies, principalmente nativas, capazes de prosperar em ambiente com baixa fertilidade natural sem a necessidade de aplicar nas entrelinhas fertilizantes fosfatados e potássicos. Afinal, o que se espera das plantas de cobertura, além da proteção do solo, é a exploração das camadas mais profundas, reciclando elementos da subsuperfície e incorporando-os à sua biomassa.

Uma vez definida a dose e, tendo em vista as considerações feitas nos parágrafos anteriores, sugere-se, preferencialmente, que os fertilizantes P e K sejam aplicados de forma localizada, ao longo do sulco de plantio que receberá a muda da frutífera, conforme previsto no Manual da CQFS-RS/SC (2016). Considerando isso, as doses de fertilizantes fosfatados e potássicos preconizadas para um hectare deverão ser ajustadas para a área do sulco de plantio (metro linear de sulco), de acordo com o espaçamento da cultura. No exemplo utilizado por Brunetto et al. (2023) para vinhedos (3 m entre linhas e 1,5 m entre plantas), cuja interpretação de P e K no solo foi “muito baixo”, a recomendação resultou em

economia de 67 % de P_2O_5 e K_2O por hectare. Assim, a proposição de ajuste na recomendação de fósforo e potássio em pré-plantio para frutíferas, como o pessegueiro, poderá contribuir para a racionalização do uso de fertilizantes, mas com a manutenção de elevadas produtividades e frutos com qualidade nutricional.

Finalmente, é oportuno enfatizar que a prática da calagem favorece a disponibilidade de fósforo na solução do solo; porém, pH elevado induz a formação de fosfato tricálcico que é insolúvel. Desse modo, não se deve aplicar calcário e adubo fosfatado na cova ou sulco de plantio na implantação dos pomares. Isso porque, nessa área restrita, o corretivo pode elevar o pH e liberar Ca, promovendo a precipitação do fósforo adicionado como adubo, favorecendo o fenômeno conhecido como retrogradação (Novais et al., 2007).

3. Adubação de crescimento

A adubação de crescimento é realizada até o terceiro ano após a instalação do pomar, complementando a adubação de pré-plantio e fornecendo nutrientes às plantas durante a fase de formação. Basicamente, o N é o único nutriente aplicado nesta fase. Entretanto, se as plantas apresentarem sintomas de deficiência, outros nutrientes devem ser aplicados. Nos pomares corretamente corrigidos na implantação, a necessidade de aplicação de outros nutrientes somente será necessária quando há falta de umidade no solo, o que limita o suprimento e a absorção dos nutrientes, mesmo estando em concentrações adequadas no solo.

Embora a matéria orgânica não apresente forte correlação com a disponibilidade imediata de nitrogênio, ainda é amplamente utilizada como indicador indireto na recomendação desse nutriente. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, RS/SC, 2016), as quantidades de N sugeridas durante a fase de crescimento do pessegueiro variam de acordo com o teor de matéria orgânica do solo e com a idade do pomar (Tabela 2).

Tabela 2. Recomendação de N para a fase de crescimento do pessegueiro, em função do teor de matéria orgânica do solo e da idade das plantas

Teor de matéria orgânica no solo	Anos após o plantio		
	1 ^o	2 ^o	3 ^o
(%)	----- kg de N ha ⁻¹ -----		
		-	
0 a 2,5	50	60	80
2,6 a 5,0	40	50	60
> 5,0	20	30	40

Fonte: Adaptado CQFS-RS/SC (2016).

As doses devem ser parceladas em 3 vezes, a partir do início da brotação, em intervalos de 45 dias. Especificamente para o primeiro ano, a primeira dose deverá ser aplicada somente após 30 dias do início da brotação das mudas (CQFS, RS/SC, 2016). Em solos arenosos, devido à baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, o parcelamento da adubação nitrogenada pode ser realizado em mais vezes, o que reduz as perdas por lixiviação e aumenta a eficiência de uso do nutriente. Os adubos nitrogenados devem ser aplicados na área abrangida pela projeção da copa das plantas.

Na fase de crescimento, a adubação orgânica, por meio de esterco e compostos, pode constituir uma estratégia mais eficiente para o fornecimento de N, quando comparada à adubação mineral, uma vez que o sistema radicular ainda é pouco desenvolvido, principalmente no primeiro ano após o plantio. Esta superioridade não reside necessariamente no conteúdo total de N aplicado, mas sim na eficiência de uso do nutriente. A liberação gradual de N, resultante da mineralização microbiana dos compostos orgânicos, sincroniza-se mais eficazmente com a demanda das plantas, reduzindo drasticamente as perdas por lixiviação e/ou volatilização. Adicionalmente, a adição de compostos orgânicos promove a melhoria contínua dos atributos físicos e biológicos do solo, criando um

ambiente mais favorável ao desenvolvimento radicular e à atividade microbiana, além de constituir uma estratégia para a redução no uso de adubos minerais.

Complementarmente à aplicação de compostos e esterco, a adubação verde, particularmente com o emprego de leguminosas, consolida-se como outra estratégia de alta eficiência para a ciclagem e suprimento de N em pomares novos. Além do aporte direto de N, a adubação verde confere outros benefícios, como a proteção do solo contra a erosão, a supressão de plantas espontâneas e a reciclagem de nutrientes de camadas mais profundas do perfil do solo (Figura 1).



Figura 1. Plantas de pessegueiro na fase de crescimento, cultivar 'BRS RubraMoore', com solo coberto por mistura de plantas de cobertura, incluindo aveia, ervilhaca e nabo forrageiro. Foto: Gilberto Nava.

4. Adubação de produção

A adubação de produção em pessegueiro tem como principal finalidade manter a fertilidade do solo e suprir os nutrientes exportados pelos frutos e removidos do sistema pela colheita. Nessa fase, comumente são aplicados N, P e K, podendo ocorrer, em alguns casos, suplementação de micronutrientes para espécies mais exigentes (Brunetto et al., 2016). As recomendações de adubação de produção para o pessegueiro baseiam-se nos teores de nutrientes presentes nas folhas, considerando a produtividade esperada (CQFS, RS/SC, 2016), conforme a tabela 3. Os níveis adequados de nutrientes na planta durante a frutificação garantem, ao final da safra, maior quantidade de frutos, calibre adequado e qualidade superior.

Tabela 3. Classes de valores para a interpretação dos teores de macro e micronutrientes em folhas completas de pessegueiro

Classes	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg ⁻¹ -----				
Insuficiente	< 20,0	< 0,5	< 5,0	< 6,5	< 2,0
Normal	33,0 - 45,0	1,5 - 3,0	14,0 - 20,0	17,0 - 26,0	5,0 - 8,0
Excessivo	> 60,0	> 4,0	> 28,0	> 36,0	> 12,0
	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	----- mg kg ⁻¹ -----				
Insuficiente	< 50	—	< 10	< 20	< 3
Normal	100 - 230	6 - 30	24 - 37	30 - 160	30 - 60
Excessivo	> 330	> 50	> 50	> 400	> 90

Fonte: Adaptado CQFS-RS/SC (2016).

O N é o principal limitante da produtividade em pomares de pessegueiro; sua insuficiência pode resultar em retardo no desenvolvimento radicular, afetando

a absorção de água e nutrientes, além de reduzir o vigor das plantas, o que impacta negativamente a produção (Bravo et al., 2015; Barreto et al., 2020; Ferreira et al., 2018). Além disso, sua deficiência pode prejudicar a frutificação efetiva, diminuindo a qualidade das gemas floríferas (Gomez et al., 2020). Por outro lado, o excesso de N pode estimular crescimento vegetativo excessivo, aumentar a incidência de doenças e comprometer a qualidade dos frutos, sobretudo na pós-colheita (Ferreira et al., 2018; Dolinski et al., 2018).

O K, por sua vez, é o nutriente mais exportado pelos frutos e desempenha funções essenciais, como ativação enzimática, transporte através de membranas, expansão celular, fotossíntese e acúmulo de carboidratos (Rombolà et al., 2012; Marschner, 2011; Brunetto et al., 2015). Devido a sua elevada demanda, deve ser suplementado anualmente. Em relação ao P, estudos que avaliam a influência de sua suplementação na fase de produção são escassos, sendo este o macronutriente requerido em menor quantidade pelo pessegueiro (Nava et al., 2025).

4.1 Níveis críticos (NC) e faixas de suficiência (FS) de nutrientes

O atual sistema oficial de recomendação de calagem e adubação de frutíferas nos estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) estabelece a necessidade e as doses de nutrientes com base nos teores de nutrientes no solo e no tecido (CQFS-RS/SC, 2016). No entanto, os valores de referências, por exemplo, teores de nutrientes no solo e no tecido de plantas, geralmente folhas, na maioria das vezes são trazidos da literatura de outros países, e poucos valores de referência foram obtidos em experimentos de calibração de adubações para as condições de solo, clima e sistemas de manejo das regiões produtoras no Brasil. Sendo assim, existe ainda a necessidade de ajustes no sistema oficial de recomendação de adubação dos estados do RS e SC, principalmente em relação a geração de valores de referências de nutrientes no solo e em folhas, que auxiliem na tomada de decisão da necessidade de aplicação de nutrientes, em pomares de pessegueiros em produção.

Os valores de referência (nível crítico - NC e faixa de suficiência - FS) mais adequados podem ser obtidos através de experimentos de calibração regionais, considerando as principais cultivares exploradas na região, resultando em um banco de dados robusto que, associado ao emprego de técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*), possibilitará através do ajuste de regressões relacionar o teor de nutrientes e a produção de frutos para a proposição de NC e FS de nutrientes no solo e em folhas de pessegueiro.

Os padrões de NC e FS indicados seguem o padrão de amostragem foliar proposto por CQFS-RS/SC (2016), que corresponde para cada talhão a uma amostra de folha composta, constituída pelo agrupamento de 25 amostras de folhas simples. Em cada uma das plantas, a amostragem de folhas completas (limbo + pecíolo) foi realizada coletando-se a folha da parte mediana dos ramos emitidos no ano, em cada um dos pontos cardeais (Leste, Oeste, Norte, Sul), entre a 13^o e a 15^a semana após a plena floração. Portanto, este deve ser o método de amostragem a ser usado.

Os NC e FS de nutrientes em folhas para o pessegueiro indicados no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016), apresentam valores generalistas para cultivares exploradas nos dois estados (RS e SC). Por outro lado, a pesquisa tem gerado, nos últimos cinco anos, valores de referência de nutrientes regionais. Exemplo disso, são os valores de NC e FS de nutrientes no solo para camada de 0–20 cm de pomares da Serra Gaúcha (Tabela 4) (Nava et al., 2025). Observa-se que as FS de P e K propostas são mais estreitas quando comparadas àquelas publicadas pela CQFS-RS/SC (2016), com destaque para os teores de K no solo. O NC de fósforo disponível, determinado pelo extrator Mehlich-1, foi de 24 mg dm⁻³, e apresentou valor superior ao considerado adequado para a cultura do pessegueiro segundo os critérios da recomendação oficial regional (CQFS-RS/SC, 2016). Da mesma forma, o NC de potássio foi de 190 mg dm⁻³, também acima dos valores preconizados como adequados.

É importante destacar que os valores propostos na Tabela 4, tiveram como objetivo estabelecer valores específicos de NC e FS de P e K no solo para a cultura do pessegueiro, as quais, nas recomendações oficiais vigentes, são agrupadas genericamente com outras frutíferas, sem distinção entre espécies (CQFS-RS/SC, 2016).

Tabela 4. Proposição de níveis críticos (NC) e faixas de suficiência (FS) de nutrientes no solo para pessegueiros

Nutrientes	Valores para solos da Serra Gaúcha		Recomendação oficial - CQFS-RS/SC (2016)	
	NC	FS	210-400 g kg ⁻¹ de argila* CTC _{pH7} = 7,6-15 cmol _c kg ⁻¹ *	200 g kg ⁻¹ de argila* CTC _{pH7} = 15,1-30 cmol _c kg ⁻¹ *
P (mg dm ⁻³)	24	21 – 26	18,1 – 36,0	30,1 – 60,0
K (mg dm ⁻³)	190	187 – 192	91 – 180	121 – 240
Ca (cmol _c dm ⁻³)	5,8	4,5 – 6,8	-	-
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,2	0,5 – 3,0	-	-
Saturação de Ca, Mg e K (%)	70	65 – 75		

*Teor de argila e valor de CTC_{pH7} do solo para interpretação dos teores de P e K (Mehlich-1), respectivamente, conforme recomendação oficial (CQFS-RS/SC, 2016). Fonte: Autores.

Em relação aos valores de NC e FS de nutrientes em folhas de pessegueiro, estudos realizados nos últimos cinco anos nas regiões Leste, Sudeste e Nordeste do estado do Rio Grande do Sul têm apresentado novos valores (Nava et al., 2025). Essa proposição considera as cultivares ‘Chimarrita’ e ‘Maciel’ (Tabela 5) e a cultivar ‘PS 10711’ (Tabela 3). Os resultados obtidos por Nava et al. (2025) revelam que é possível obter valores de NC e FS em folhas e solo mais precisos para cada local de cultivo e cultivar, quando comparado com as recomendações generalistas propostas pela CQFS-RS/SC (2016). Isso porque os valores de NC e FS apresentados são derivados de estimativas para cultivares e regiões específicas;

sendo assim, os valores são mais adequados (assertivos) para essas situações. Somado a isso, no presente capítulo estão sendo propostos valores de NC e FS em relação aos parâmetros de qualidade de frutos, firmeza de polpa e sólidos solúveis totais (SST), sendo esses valores desconhecidos até o momento para a cultura do pessegueiro, com destaque para a região Sul do Brasil.

Os NC e FS da concentração de N, P, K, Ca e Mg em folhas são semelhantes tanto para produtividade, como para parâmetros de qualidade dos frutos, em ambas as cultivares. No entanto, para alguns nutrientes como N e K em folhas, os valores de NC em relação à produtividade são diferentes entre a ‘Chimarrita’ e a ‘Maciel’ (Tabela 5). O maior NC de N é observado na ‘Chimarrita’ (34 g kg^{-1}) e o menor na ‘Maciel’ (31 g kg^{-1}). Já para o K, o maior NC foi observado na ‘Maciel’ (28 g kg^{-1}) e o menor na ‘Chimarrita’ (26 g kg^{-1}). Os resultados mostram que existem diferenças entre as cultivares quanto à exigência nutricional de N e K em folhas. Com relação à região de cultivo, os NC e FS de N em folhas em relação à produtividade foram diferentes entre as regiões Sudeste, Leste e Nordeste do RS. O maior valor de NC de N foi observado nas regiões Sudeste e Leste (35 g kg^{-1}) e o menor no Nordeste (24 g kg^{-1}). Para o teor de K em folhas, o NC não apresentou diferença entre os locais (25 g kg^{-1}). O maior NC de N observado em folhas de pessegueiros cultivados nas regiões Sudeste e Leste, comparativamente ao Nordeste, se deve aos solos das regiões Sudeste e Leste serem mais arenosos e apresentarem menores teores de matéria orgânica e, conseqüentemente, menor disponibilidade natural de N no solo. Assim, em pomares dessas duas regiões, as quantidades de N a serem aplicadas devem ser maiores.

Dando continuidade à proposição de valores específicos para diferentes cultivares, regiões e condições de cultivo, também foram determinados os níveis críticos e as faixas de suficiência de nutrientes em folhas da ‘PS 10711’ (Tabela 6), com base em dados oriundos de pomares comerciais. Quando esses valores são confrontados com as faixas estabelecidas pelo sistema oficial de recomendação da

CQFS-RS/SC (2016), construído com base em uma expectativa de produtividade de 20 t ha⁻¹, observa-se que os novos parâmetros propostos se mostram mais ajustados às exigências nutricionais da cultivar em sistemas de alta produtividade.

No caso do N, o NC estimado foi de 31,0 g kg⁻¹, com faixa de suficiência entre 28,0 e 33,0 g kg⁻¹, valores ligeiramente inferiores aos intervalos recomendados pela CQFS-RS/SC (2016), sugerindo que podem ser obtidos elevados rendimentos mesmo com concentrações foliares de N mais moderadas. Para o P, o NC determinado foi de 2,80 g kg⁻¹, com FS entre 2,5 e 3,0 g kg⁻¹, mantendo-se dentro dos limites da recomendação oficial, porém, com intervalo mais restrito, indicando maior precisão diagnóstica. Por outro lado, o K apresentou NC de 23,5 g kg⁻¹ e FS de 21,5 a 25,0 g kg⁻¹, superando os valores de suficiência da recomendação oficial (14,0 a 20,0 g kg⁻¹), o que evidencia uma possível subestimação da exigência desse nutriente nos modelos atualmente utilizados. Os nutrientes Ca e Mg apresentaram valores significativamente mais elevados. O NC de Ca foi de 28,5 g kg⁻¹, com faixa de suficiência entre 26,0 e 31,0 g kg⁻¹, ao passo que para Mg, o NC foi de 4,5 g kg⁻¹, com FS entre 4,0 e 5,0 g kg⁻¹. A realização deste estudo também possibilitou estabelecer valores de referência para o S em folhas de pessegueiro (NC = 0,85 g kg⁻¹ e FS = 0,70 a 1,00 g kg⁻¹), valores esses que são escassos na literatura e inexistentes no manual de recomendação de adubação oficial para os estados do RS e SC no Sul do Brasil.

Além dos macronutrientes, o estudo propôs valores de NC e FS para os micronutrientes B, Cu e Fe (Tabela 6) estimados respectivamente em 25,0 mg kg⁻¹; 9,0 mg kg⁻¹; e 72,0 mg kg⁻¹. As faixas de suficiência recomendadas pelo CQFS-RS/SC (2016) são notadamente maiores para B e Cu, e no caso do Fe, substancialmente superior.

Tabela 5 – Proposição de níveis críticos (NC) e faixas de suficiência (FS) de nutrientes em folhas e parâmetros de qualidade para o pessegueiro

Nutriente	Propostos		Recomendação oficial CQFS-RS/SC (20216)	Propostos			
	NC	FS	FS	NC	FS	NC	FS
	Produtividade (> 30 t ha ⁻¹)			Firmeza da polpa		Sólidos solúveis totais – SST	
N (g kg ⁻¹)	32,8	30,7 – 34,7	33 – 45	26,0	24,7 – 28,5	27,3	25,4 – 30,2
P (g kg ⁻¹)	2,4	1,9 – 2,9	1,5 – 3,0	3,1	2,3 – 4,0	1,5	0,8 – 1,7
K (g kg ⁻¹)	25	24 – 27	14 – 20	21	16 – 23	21,2	20 – 25
Ca (g kg ⁻¹)	13	13 – 14	17 – 26	-	14 – 19	-	14 – 19
Mg (g kg ⁻¹)	3,1	1,0 – 4,7	5,0 – 8,0	2,2	0,5 – 4,1	1,8	0,5 – 2,5
Cultivar ‘Chimarrita							
N (g kg ⁻¹)	34	31 – 35					
K (g kg ⁻¹)	26	24 – 28					
Cultivar ‘Maciel’							
N (g kg ⁻¹)	31	29 – 33					
K (g kg ⁻¹)	30	28 – 32					
Cultivado nas regiões Sudeste e Leste							
N (g kg ⁻¹)	35	33 – 37					
K (g kg ⁻¹)	26	24 – 28					
Cultivado na região Nordeste							
N (g kg ⁻¹)	24	23 – 25					
K (g kg ⁻¹)	25	24 – 26					

Fonte: Autores.

Tabela 6. Proposição de níveis críticos (NC) e faixas de suficiência (FS) de nutrientes em folhas para a cultura do pessegueiro ‘PS 10711’

Nutriente	Novos valores propostos		CQFS-RS/SC (2016)
	NC	FS	FS
	Produtividade > 30 t ha ⁻¹		Produtividade > 20 t ha ⁻¹
N (g kg ⁻¹)	31,0	28,0 – 33,0	33,0 – 45,0
P (g kg ⁻¹)	2,8	2,5 – 3,0	1,5 – 3,0
K (g kg ⁻¹)	23,5	21,5 – 25,0	14,0 – 20,0
Ca (g kg ⁻¹)	28,5	26,0 – 31,0	17,0 – 26,0
Mg (g kg ⁻¹)	4,5	4,0 – 5,0	5,0 – 8,0
S (g kg ⁻¹)	0,85	0,70 – 1,00	—
B (mg kg ⁻¹)	25,0	23,0 – 27,0	30,0 – 60,0
Cu (mg kg ⁻¹)	9,0	7,0 – 12,0	6,0 – 30,0
Fe (mg kg ⁻¹)	72,0	65,0 – 80,0	100,0 – 230,0

Fonte: Autores.

4.2 Doses, fontes e modos de aplicação

As doses de nutrientes devem ser definidas com base nas análises de solo e foliar (CQFS-RS/SC, 2016), preferencialmente ajustadas por calibrações regionais. Particularmente para o N, a análise foliar indica doses mais adequadas às condições edafoclimáticas e ao manejo do pomar (Nava et al., 2022), visto que esse nutriente exerce maior influência sobre a produtividade.

Em estudo conduzido por Barreto et al. (2020) em pomar adensado de pessegueiro na região de Pelotas (RS), observou-se aumento linear da produção de frutos nas safras de 2017 e 2018 com o incremento das doses de N, sendo a maior produtividade registrada com a aplicação de 180 kg ha⁻¹ de N. De forma complementar, outro estudo realizado na mesma região, durante as safras de 2015 e 2016, demonstrou incremento médio de 10,1 t ha⁻¹ em relação ao tratamento controle, representando aumento de 54% na produtividade com a aplicação de N. Entretanto, na safra de 2016, doses superiores a 100 kg ha⁻¹ reduziram a produtividade (Nava et al., 2022), possivelmente devido ao crescimento vegetativo excessivo, que intensificou o sombreamento no interior da copa e comprometeu a formação de gemas floríferas, a frutificação efetiva e o desenvolvimento dos frutos (Toselli et al., 2019; Ames et al., 2020).

Além disso, Barreto et al. (2022), em estudo de calibração com doses de K₂O conduzido em Morro Redondo (RS) ao longo de três safras (2016, 2017 e 2018), observaram maiores produtividades com aplicações entre 68 e 97 kg ha⁻¹, aplicadas superficialmente. O nível crítico entre produção e teor foliar de K para atingir 90% da produtividade máxima foi de 28,4 g kg⁻¹. De acordo com a CQFS-RS/SC (2016), teores foliares acima de 28,0 g kg⁻¹ já são considerados excessivos, reforçando a importância de estudos regionais de calibração. No caso do P, pesquisas avaliando seu efeito na produtividade são ainda mais limitados. Segundo Rombolà et al. (2012), quando os níveis de P no solo estão adequados, recomenda-se a adubação fosfatada a cada 3 ou 4 anos, aplicando-se de 40 a 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅, quantidade suficiente para repor a exportação pelos frutos. Na região Sul do

Brasil, Navroski et al. (2019) testaram cinco doses de P_2O_5 (0 a 80 kg ha⁻¹) e não observaram redução de produtividade na dose zero, demonstrando o efeito da suficiência de P no solo, em áreas com concentração de P (M-1) no solo de 36,1 mg dm⁻³. Contudo, destaca-se que produtores frequentemente aplicam misturas NPK, mesmo em pomares com teores adequados de P, aumentando os custos e os riscos ambientais (Nava et al., 2025).

Quanto ao momento de aplicação, recomenda-se que a dose total de N seja parcelada em no mínimo três vezes, sendo: 50% no início da floração; 25% após o raleio e 25% após a colheita. Para P e K, a suplementação deve ocorrer preferencialmente em dose única, juntamente com a primeira aplicação de N, podendo ser parcelada em duas vezes para cultivares tardias ou pomares em solos arenosos (CQFS-RS/SC, 2016).

Os fertilizantes devem ser aplicados superficialmente na área de projeção da copa, na linha de plantio ou em área total, sem incorporação, a fim de evitar danos ao sistema radicular das plantas e/ou a propagação de doenças. A faixa de aplicação varia conforme a idade do pomar: em plantas jovens, cujas raízes se concentram próximas à linha de plantio, recomenda-se aplicar nessa região; já em plantas adultas, com sistema radicular distribuído também nas entrelinhas, a aplicação deve ser realizada na linha e em menor proporção nas entrelinhas (Brunetto et al., 2016; Nava et al., 2025).

Quanto às fontes de fertilizantes, utilizam-se tanto materiais industrializados (P: superfosfatos e formulações; K: cloreto de potássio e formulações; N: nitrato de amônio, ureia e nitrato de cálcio), quanto materiais orgânicos (dejetos de animais, composto orgânico, vermicomposto etc.). Entretanto, a simples aplicação dos nutrientes nem sempre garante expressão máxima de produção e qualidade dos frutos, motivando o desenvolvimento de formulações minerais de maior eficiência agrônômica, com liberação gradual e menores perdas.

Dentre os micronutrientes, B e Zn são os mais demandados pelos pessegueiros. O B é essencial ao desenvolvimento de flores e frutos, e sua deficiência pode causar frutificação deficiente, má formação de frutos e abortamento floral. O Zn é fundamental para atividade enzimática, síntese hormonal, vigor das plantas e desenvolvimento inicial dos frutos. Sua deficiência pode provocar má formação de gemas e redução de rendimento devido à atrofia do crescimento (Nava et al., 2025). Entretanto, a suplementação de micronutrientes deve ser criteriosa e baseada em análises de solo e folhas, uma vez que o excesso pode causar toxidez. A aplicação geralmente é realizada em períodos críticos, como pré-floração e início do desenvolvimento dos frutos.

5. Adubação foliar em pessegueiro

Os solos nem sempre são capazes de suprir adequadamente os nutrientes requeridos pelas frutíferas, o que torna necessária a aplicação de fertilizantes via solo. Entretanto, determinadas condições edáficas podem limitar a eficiência dessa prática. Em solos com pH elevado, por exemplo, pode ocorrer redução na disponibilidade de alguns nutrientes. Adicionalmente, a baixa disponibilidade de água no solo pode restringir o fluxo de nutrientes em direção à superfície das raízes, dificultando sua absorção. Soma-se a isso o fato de que nutrientes aplicados ao solo podem ser perdidos por diferentes processos e que nem todos os nutrientes absorvidos pelas raízes são efetivamente translocados para os órgãos dreno, como folhas e frutos. Nesse contexto, a aplicação de nutrientes via foliar ou diretamente nos frutos pode constituir uma estratégia complementar, especialmente em situações nas quais a adubação via solo não apresenta eficiência adequada ou quando a cultura apresenta desequilíbrio nutricional. Tal condição deve ser diagnosticada por meio de análise foliar ou pela observação de sintomas visuais.

A aplicação e deposição de nutriente(s) no tecido foliar não implica necessariamente que ele esteja ativo em termos fisiológicos. A eficiência da absorção e transporte do(s) nutriente(s) aplicados via adubação foliar depende de

inúmeros fatores que atuam isoladamente ou em combinação, que estão relacionados com a morfologia e a fisiologia da planta, as características da solução aplicada e o ambiente externo.

Rozane et al. (2025) e Brunetto et al. (2025) discutem que as variáveis externas (temperatura ambiente; umidade relativa do ar; umidade do solo; cargas elétricas das moléculas/nutrientes aplicados; íon acompanhante; pH do solo; pH da calda de pulverização; concentração da solução; idade da planta; tempo de absorção; agentes adjuvantes; agentes quelantes; estado nutricional da planta etc.) e internas (estrutura morfológica, anatômica e constituintes - fosfolipídios, sulfolipídios e proteínas - das folhas; permeabilidade – vias e mecanismos de penetração de nutrientes; mobilidade de nutrientes em plantas etc.) interferem na eficiência da adubação foliar.

É preciso considerar, ainda, que a prática da adubação foliar, em especial nas frutíferas, como o pessegueiro, antecedendo a coleta da folha-diagnóstica, poderá superestimar os teores nutricionais, pois mesmo que os resíduos sejam totalmente ou parcialmente lavados da superfície foliar, há plantas que podem acumular nutrientes nos vacúolos, permanecendo uma concentração baixa no citoplasma (Storey, 2007; Hernandez et al., 2011). No entanto, a análise química determina o teor total do elemento na folha, computando a fração metabólica e não metabólica do nutriente, ou pouco solúveis, na forma de precipitados e, portanto, não ativa na planta.

Ressalta-se a necessidade de observância da legislação vigente no caso de misturas em tanque envolvendo múltiplos nutrientes e/ou defensivos, bem como da avaliação criteriosa da compatibilidade físico-química entre os componentes, uma vez que tais interações podem comprometer a qualidade da aplicação e a eficiência de absorção pelas plantas. Assim, se a prática da adubação foliar e/ou a utilização de defensivos que contenham em sua composição nutrientes a serem avaliados no balanço nutricional, for indicada anteriormente à avaliação do estado nutricional, ressalta-se que deverá haver cautela na avaliação e na interpretação dos resultados.

No que tange à cultura do pessegueiro, Brunetto et al. (2025) indicam que entre 1951-2025 foram publicados pouco mais de 20 artigos científicos no mundo sobre adubação foliar, estando a cultura do pêssego ainda em desvantagem quanto as informações científicas, quando comparada aos citros, a videira e a macieira, no mundo e na região Sul do Brasil.

Consultando o banco de publicações científicas, relacionamos abaixo alguns estudos realizados no Brasil sobre a aplicação via foliar em pessegueiros, com o intuito de observar quais nutrientes estavam sendo pesquisados, bem como os resultados encontrados. Desta forma, a tabela 7 apresenta o título do artigo científico, objetivo do estudo, principais resultados e referências.

Tabela 7. Título do artigo, objetivo, alguns resultados em destaque e referência de estudos realizados sobre aplicação foliar de nutrientes em pessegueiros

Artigos	Objetivo	Resultados	Referência
Aplicação foliar de Ca em pessegueiro na Serra Gaúcha: avaliação do teor de nutrientes na folha, no fruto e produção	Avaliar o efeito de pulverizações foliares de diferentes fontes de Ca no seu teor e de outros nutrientes nas folhas, nos frutos e na produção em Bento Gonçalves (RS)	Aumento do teor de Ca nas folhas, porém sem efeitos significativos nos demais nutrientes foliares, na composição nutricional dos frutos ou na produtividade.	Brunetto et al. (2008)
Aplicação de fertilizantes foliares potássicos na produção e qualidade de pêssego	Avaliar o efeito de dois produtos à base de K aplicados via foliar sobre a produção e a qualidade de frutos da variedade Marli, cultivada em Nova Pádua (RS).	As adubações foliares com K não influenciaram significativamente os parâmetros analisados, como sólidos solúveis, acidez, coloração, firmeza da polpa, produtividade, tamanho e massa de frutos. Entretanto, obteve-se um efeito negativo sobre o número de frutos por planta.	Bertolini et al. (2018)
Qualidade do pêssego, cv. Maciel, em função da adubação de base mais foliar	Avaliar o efeito da adubação de base mais foliar na qualidade e produtividade pré e pós-colheita de pêssegos cultivar Maciel em Pelotas (RS).	A adubação foliar não melhorou a qualidade dos frutos nem a produtividade. Apenas no armazenamento refrigerado houve diferença significativa, com menor incidência de podridão nos tratamentos com menores doses aos 30 dias, em comparação a outro tratamento. As demais variáveis não apresentaram diferenças estatísticas	Gazolla Neto et al. (2007)
Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro	Verificar a mobilidade de B em mudas de pessegueiro em Ilha Solteira (SP).	A adubação com B, em mudas de pessegueiro, proporcionou incremento no número de folhas novas. O teor total de B na folha nova foi maior na adubação com boro via solo que via foliar. Há mobilidade de B aplicado via foliar para folhas novas em mudas de pessegueiro.	Souza et al. (2012)

Fonte: Brunetto et al. (2025). Pesquisa realizada nas bases de dados: Web of Science (utilizando os termos "foliar fertilization" AND "apple" AND "malus"/ "foliar fertilization" AND "peach" AND "prunus"/ "foliar fertilization" AND "citrus"/ "foliar fertilization" AND "vine" AND "grape") e Google Acadêmico com filtro de periodicidade de 2005-2025.

Desta forma, recomenda-se que as aplicações de fertilizantes via foliar ou via fruto devem sempre ser realizadas de forma a complementar a adubação realizada no solo e não de forma substitutiva. Vale ressaltar, ainda, que têm sido observadas respostas mais positivas a aplicação foliar quando as plantas estão condicionadas à solos com elevado valor de pH, baixa disponibilidade de nutrientes, em plantas com baixos teores de nutrientes em seus órgãos, em solos com baixa disponibilidade de água e em situações que por algum motivo há dificuldade de ocorrer transporte das raízes para os órgãos da parte aérea, ou mesmo que têm dificuldade de redistribuir os nutrientes entre os órgãos. Maior sucesso no uso de fertilizantes via foliares será alcançado, certamente, caso tenhamos maiores resultados de pesquisa nas condições locais de cultivo, bem como pela aplicação dos conhecimentos apresentados pelos técnicos, produtores e demais interessados na temática.

6. Uso de bioinsumos na fertilidade do pessegueiro

O uso de bioinsumos na agricultura tem se consolidado como uma estratégia complementar ao manejo convencional da fertilidade do solo, especialmente em sistemas de produção que buscam maior eficiência no uso de nutrientes, redução de impactos ambientais e melhoria da qualidade biológica do solo. Em frutíferas perenes, como o pessegueiro, essa abordagem é particularmente relevante, uma vez que o cultivo ocorre por vários anos no mesmo local, o que pode resultar em redução gradual da atividade microbiana no solo e menor eficiência de absorção de nutrientes ao longo do tempo (Al-Hchami & Salloom, 2023).

De forma geral, os bioinsumos compreendem produtos de origem biológica ou microbiológica, incluindo biofertilizantes líquidos, inoculantes microbianos e condicionadores biológicos de solo, que atuam estimulando processos fisiológicos e biogeoquímicos no sistema solo-planta. Diferentemente dos fertilizantes minerais, esses insumos não têm como principal função o fornecimento direto de

grandes quantidades de nutrientes, mas sim a intensificação da ciclagem de elementos essenciais, a melhoria da disponibilidade no solo e o aumento da eficiência de absorção pelas plantas (Khairi & Joody, 2025).

Estudos internacionais conduzidos com pessegueiro demonstram efeitos consistentes do uso de bioinsumos sobre o estado nutricional das plantas. Em experimento de campo realizado na Polônia com a cultivar de pessegueiro ‘Meredith’, a aplicação de biochar, fertilizante orgânico e microrganismos benéficos, incluindo bactérias (*Pseudomonas fluorescens*) e fungos micorrízicos arbusculares (*Glomus* spp.), resultou em incrementos nos teores foliares de nutrientes. O uso isolado de biochar promoveu aumento de aproximadamente 6% no teor de nitrogênio nas folhas, enquanto a aplicação de fertilizante orgânico elevou o teor de fósforo em até 48%. Já a combinação de biochar e fertilizante orgânico resultou no maior incremento de potássio foliar, com aumento de até 38% em relação ao controle (Frąc et al., 2023) (Tabela 8). Esses resultados evidenciam o potencial de estratégias integradas envolvendo condicionadores de solo, fontes orgânicas e microrganismos na melhoria da eficiência nutricional do pessegueiro.

Tabela 8. Teores médios de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de pessegueiro após três anos de uso de bioinsumos (biochar, microrganismos e fertilização orgânica), aplicados isoladamente ou em combinação. Os valores representam a média de 2015 a 2017 e indicam diferenças estatísticas entre tratamentos por letras distintas na coluna ($p \leq 0,05$)

Tratamentos	N (g 100 g ⁻¹ MS)	P (g 100 g ⁻¹ MS)	K (g 100 g ⁻¹ MS)
Controle (sem fertilização)	2,81 a	0,23 a	1,78 a
Biochar	2,98 d	0,27 b	2,17 c
Biochar + microrganismos	2,78 a	0,27 b	2,23 c
Biochar + fertilizante orgânico	2,86 c	0,31 c	2,47 d
Fertilizante orgânico	2,89 c	0,34 d	2,20 c
Microrganismos	2,82 b	0,33 cd	2,01 b
Microrganismos + fertilizante orgânico	2,89 c	0,33 cd	2,20 c

Fonte: Adaptado de Frąc et al. (2023).

Além dos efeitos sobre a nutrição, há evidências de respostas positivas no crescimento vegetativo. Em condições de viveiro, a aplicação de biofertilizantes e bioestimulantes em mudas de pessegueiro resultou em aumentos de 10 a 13% no diâmetro do caule e na altura das plantas, indicando estímulo ao crescimento inicial e ao vigor das mudas (Damianov et al., 2022). Embora esses resultados sejam provenientes da fase de produção de mudas, eles sugerem que os bioinsumos podem contribuir para melhor formação inicial do pomar.

Os efeitos observados estão associados, principalmente, à ação de microrganismos promotores do crescimento vegetal, como bactérias fixadoras de nitrogênio, solubilizadoras de fósforo e produtoras de fitormônios, além dos fungos micorrízicos arbusculares, que ampliam a área de exploração do solo pelo sistema radicular. Estudos conduzidos com pessegueiro e outras frutíferas relatam aumento do crescimento vegetativo, maior desenvolvimento radicular e melhoria na absorção de nutrientes quando as plantas são inoculadas com microrganismos benéficos, especialmente quando associados à adubação mineral (Kumari, 2023).

No Brasil, os avanços no uso de bioinsumos na fruticultura são mais evidentes em culturas como a macieira. Estudos realizados em pomares comerciais de maçã demonstram que a substituição parcial da adubação mineral por fertilizantes orgânicos e bioinsumos não compromete a produtividade nem a qualidade dos frutos, além de promover ajustes no balanço nutricional das plantas e contribuir para sistemas de produção mais sustentáveis (Mota et al., 2022). Esses resultados indicam que o uso de bioinsumos é tecnicamente viável em frutíferas de clima temperado sob condições brasileiras.

Entretanto, para a cultura do pessegueiro, ainda são escassos os estudos conduzidos em condições edafoclimáticas do Brasil que avaliem de forma sistemática os efeitos dos bioinsumos sobre a fertilidade do solo, a nutrição das plantas, a produtividade e a qualidade dos frutos. Em função dessa lacuna, a utilização de resultados de pesquisas internacionais neste capítulo se justifica como forma de subsidiar tecnicamente o potencial de uso desses insumos, ao mesmo

tempo em que evidencia a necessidade de ampliação de estudos nacionais voltados à cultura do pessegueiro.

Assim, o uso de bioinsumos na fertilidade do pessegueiro deve ser entendido como uma ferramenta complementar dentro de um sistema integrado de manejo da fertilidade do solo, fundamentado em análises de solo e folhas, adubação mineral criteriosa e práticas que favoreçam a atividade biológica do solo. A consolidação de pesquisas conduzidas em condições brasileiras será essencial para ajustar as recomendações e ampliar o uso seguro e eficiente desses insumos na cadeia produtiva do pêssego.

7. Considerações finais

O presente capítulo abordou estratégias de manejo da fertilidade do solo e da adubação em pomares de pessegueiro no Rio Grande do Sul, salientando a importância de se considerar as características edafoclimáticas das regiões de cultivo e as exigências nutricionais do pessegueiro ao longo do seu ciclo produtivo. Para tanto, destacou-se a importância da análise de solo e de tecido vegetal como ferramentas a serem empregadas de forma conjuntas no diagnóstico para orientar recomendações mais precisas e eficientes. Além disso, a adoção de estratégias de manejo que promovam o uso racional de insumos, a manutenção da qualidade do solo e a sustentabilidade dos sistemas produtivos, as quais contribuem para a estabilidade da produtividade e para a longevidade dos pomares, são fundamentais para o fortalecimento da cadeia produtiva do pessegueiro na região.

8. Referências Bibliográficas

- AL-HCHAMI, S. H. J.; SALLOOM, Y. F. Biofertilizers, types, Benefits and their role in improving the growth of fruit trees and vegetative plants. *Journal of Kirkuk University for Agricultural Sciences*, v. 14, n. 3, 2023.
- AMES, Z. R.; BRECHT, J. K.; OLMSTEAD, M. A. Nitrogen fertilization rates in a subtropical peach orchard: effects on tree vigor and fruit quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 100, n. 2, p. 527-539, 2020.

ANDA – Associação Nacional de Difusão de Adubos. Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes 2024. São Paulo, 2025. 179 p.

BARRETO, C. F.; ANTUNES, L. E. C.; FERREIRA, L. V.; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; NAVA, G. Nitrogen fertilization and genotypes of peaches in high-density. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, n. 6, e-629, 2020.

BARRETO, C. F.; ANTUNES, L. E. C.; NAVROSKI, R.; BENATI, J. A.; FERREIRA, L. V.; NAVA, G. Potassium fertilization and its impact on production and mineral composition of peach trees. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 44, e-208, 2022.

BERTOLINI, I.; FOGAÇA, M. A. de F.; DAL MAGRO, L. Aplicação de fertilizantes foliares potássicos na produção e qualidade de pêssgo. *Revista Agrária Acadêmica*, v. 1, n. 1. 2018.

BRAVO, J. A.; RINCÓN, R.; MUÑOZ, J.; SÁNCHEZ, A.; CALZADA, M. D. Spectroscopic characterization of argon–nitrogen surface-wave discharges in dielectric tubes at atmospheric pressure. *Plasma Chemistry and Plasma Processing*, v. 35, n. 6, p. 993-1014, 2015.

BRUNETTO, G.; SIMAO, D. G.; ROZANE, D. E.; GIROTTTO, E.; WERTONGE, G. S.; SILVA, K. R.; TABALDI, L. A.; AGUILAR, M. V. M.; BRICK, T. P.; NATALE, W.; MARCHEZAN, C. Princípios para alcançar o sucesso no uso de nutrientes aplicados via foliar em frutíferas. In: BRUNETTO, G.; GIROTTTO, E.; MOTERLE, D. F.; TIECHER, T. L.; HAHN, L.; MELO, G. W. B. (Org.). *Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas*. 1ed. Santa Maria - RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2025, v. 1, p. 49-78.

BRUNETTO, G.; CERETTA, C. A.; DE MELO, G. W. B.; GIROTTTO, E.; FERREIRA, P. A. A.; LOURENZI, C. R.; COUTO, R. R.; TASSINARI, A.; HAMMERSCHMITT, R. K.; da SILVA, L. O. S.; LAZZARETTI, B. P.; KULMANN, M. S. S.; CARRANCA, C. Contribution of nitrogen from urea applied at different rates and times on grapevine nutrition. *Scientia Horticulturae*, v. 207, p. 1-6, 2016.

BRUNETTO, G.; LORENSINI, F.; CERETTA, C. A.; GATIBONI, L. C.; TRENTIN, G.; GIROTTTO, E.; MIOTTO, A.; LOURENZI, C. R.; de MELO, G. W. Soil Phosphorus Fractions in a Sandy Typic Hapludaf as Affected by Phosphorus Fertilization and Grapevine Cultivation Period. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, London, v. 44, p.1 937-1950, 2013.

BRUNETTO, G.; NAVA, G.; AMBROSINI, V. G.; COMIN, J. J.; KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 2, p. 507-516, 2015.

BRUNETTO, G.; MELO, G. W. B.; KAMINSKI, J. Aplicação foliar de cálcio em pessegueiro na serra gaúcha: avaliação do teor de nutrientes na folha, no fruto e produção. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 30, n.2, p.528-533, 2008.

BRUNETTO, G.; NATALE, W.; MOURA-BUENO, J. M. Reflexões sobre a calagem e a adubação de implantação (ou pré-plantio) em pomares de frutíferas. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. *Informe Técnico* n. 98. 2023. 4p.

CIOTTA, M. N.; CERETTA, C. A.; OLIVEIRA, L. S.; KULMANN, M. S. S.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. Plant growth and nutritional status of leaves from young grapevines grown in soil subjected to potassium and limestone applications. *Idesia, Arica*, v. 38, n. 2, p. 77-85, jun. 2020.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo RS e SC. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.

- DAMIANOV, S.; STOYANOV, D.; STOYANOVA, A.; PETKOVA, V. Influence of biofertilizers and phytosanitary treatments on growth of peach planting material. [Journal/Proceedings], 2022. (Trabalho técnico com mudas de pessegueiro; arquivo: 1647320982Galley_Proof.pdf).
- DOLINSKI, M. A.; DANGELO, J. W. D. O.; CUQUEL, F. L.; MOTTA, A. C. V.; MIO, L. L. M. D. Quality peach produced in fertilizer doses of nitrogen and green pruning. *Bragantia*, v. 77, p. 134-140, 2018. . K. Nitrogen management in crop production. C
- FAGERIA, NRC press, 2014.
- FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; PEREIRA, I. D. S.; SCHMITZ, J. D.; ANTUNES, L. E. C. Nitrogen fertilization in consecutive cycles and its impact on high-density peach crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 2, p. 172-181, 2018.
- FRAC, M.; SAS-PASZT, L.; SITAREK, M. Macro and microelements in leaves of ‘Meredith’ peach cultivar supplied with biochar, organic and beneficial biofertilizer combinations. *Agriculture*, v. 13, n. 5, p. 933, 2023.
- GAZZOLA NETO, A.; PAZZIN, D.; FACHINELLO, J. C. Qualidade do pêssego, cv. Maciel, em função de adubação de base mais foliar. *Scientia Agraria*, v. 8, n.3, p. 233-237, 2007.
- GOMEZ, J. R.; BACA, J.; GARZON, F. Techno-economic analysis and life cycle assessment for electrochemical ammonia production using proton conducting membrane. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 45, n. 1, p. 721-737, 2020.
- HERNANDES, A.; CAZETTA, J. O.; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; SOUZA, H. A. de; ROMUALDO, L. M. Fracionamento de manganês acumulado nos tecidos de mudas de caramboleira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, p. 1679-1686, 2011.
- KHAIRI, Y. R.; JOODY, A. T. Bio-fertilization improving growth and productivity of fruit trees: review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v. 1487, p. 012044, 2025.
- KUMARI, S. Effect of inorganic fertilizers and plant growth promoting bacteria on growth, yield and quality of peach cv. Shan-i-Punjab. 2023. Dissertação (Mestrado em Horticultura – Fruit Science) – Dr. Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry, Nauni, Solan, Índia.
- MARSCHNER, H. (Ed.) Marschner’s mineral nutrition of higher plants. Academic press, 2011.
- MOTA, M.; MARTINS, M. J.; POLICARPO, G.; SPREY, L.; PASTANEIRA, M.; ALMEIDA, P.; OLIVEIRA, C. M. Nutrient content with different fertilizer management and influence on yield and fruit quality in apple cv. Gala. *Horticulturae*, v. 8, n. 8, p. 713, 2022.
- NAVA, G.; REISSER JÚNIOR, C.; PARENT, L. É.; BRUNETTO, G.; MOURA-BUENO, J. M.; NAVROSKI, R.; BENATTI, J. A.; BARRETO, C. F. Esmeralda peach (*Prunus persica*) fruit yield and quality response to nitrogen fertilization. *Plants*, v. 11, n. 3, p. 352, 2022.
- NAVA, G.; DE PAULA, B. V.; HAHN, L.; BENATI, J. A.; BRUNETTO, G.; NAVROSKI, R.; HINDERSMANN, J.; PAESE, B. T.; MOURA-BUENO, J. M. Calagem, adubação e estado nutricional em pessegueiro. In: BRUNETTO, G. et al. (org.). Atualização técnica sobre calagem e adubação em frutíferas. Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul, 2025.
- NAVROSKI, R.; BARRETO, C. F.; FERREIRA, L. V.; BENATI, J. A.; NAVA, G.; MALGARIM, M. B. Response of 'Sensação' peach trees to phosphate fertilization. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 40, n. 6, sup. 3, 2019.

- NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. 1017 p.
- ROMBOLÀ, A. D.; SORRENTI, G.; MARODIN, G. A. B.; PIERI, A. Z. D.; BARCA, E. Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado. Semina: ciências agrárias. Londrina, PR. v. 33, n. 2 (abr. 2012), p. 639-654, 2012.
- ROZANE, D. E.; BRUNETTO, G.; SILVA, K. R.; SIMAO, D. G.; TABALDI, L. A.; NATALE, W. Adubação foliar de frutíferas: ênfase em videiras. In: BRUNETTO, G.; NATALE, W.; ROZANE, D. E.; LOSS, A. (Org.). Estratégias de manejo da fertilidade do solo e da nutrição de videiras. 1ed. Santa Maria - RS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2025, v. 1, p. 349-369.
- SOUZA, J. A. de; CANESIN, R. C. F. S.; BUZETTI, S. Mobilidade de boro em mudas de pessegueiro. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 3, p. 930-935, 2012.
- STOREY, J. B. Zinc. In: BARKER, A. V.; PIBEAM, D. J. (eds). Handbook of plant nutrition. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 2007. p.411-436.
- TOSELLI, M.; BALDI, E.; CAVANI, L.; MAZZON, M.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARZADORI, C. Soil-plant nitrogen pools in nectarine orchard in response to long-term compost application. Science of the Total Environment, v. 671, p. 10-18, 2019.
- TOSELLI, M.; SCANDELLARI, F.; TAGLIAVINI, M.; BALDI, E.; DE CONTI, L.; TRAPP, T.; ROZANE, D. E.; HANH, L.; NATALE, W.; BRUNETTO, G. Aspectos atuais e perspectivas sobre a adubação e a nutrição em frutíferas. In: Hahn L.; Brunetto G. (Ed.). Atualização Técnica sobre Calagem e Adubação em Frutíferas. NRS-SBCS. p. 19-44, 2022.