



IPNI
INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE



MISSÃO

Desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas para o benefício da família humana

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 163 SETEMBRO/2018

ISSN 2311-5904

AVANÇOS NA NUTRIÇÃO DE CITROS E CAFÉ

*Dirceu Mattos-Jr¹
Luiza Oliveira Macedo²
Franz Walter Rieger Hippler³*

*Rodrigo Marcelli Boaretto¹
José Antônio Quaggio⁴
Sílvia Regina Stipp⁵*

O Instituto Agronômico de Campinas (IAC) realizou recentemente um simpósio inovador com o propósito de divulgar os avanços da pesquisa em nutrição mineral e boas práticas de manejo da fertilidade do solo para as culturas de citros e café, dada as relevantes posições dessas culturas no agronegócio brasileiro.

O evento foi apoiado por várias empresas e entidades, incluindo Nutrientes para a Vida (NPV), Fundação de Apoio à Pesquisa Agrícola (Fundag), International Plant Nutrition Institute (IPNI), Associação Brasileira das Indústrias de Tecnologia em Nutrição Vegetal (Abisolo), Agência Infobibos de Eventos, e contou com a participação expressiva de 230 pessoas, entre citricultores, cafeicultores, profissionais de agronomia e áreas afins.

Com as apresentações dos pesquisadores do IAC e da ESALQ/USP, e de representantes da AgroPrecisa, Citrosuco S.A. e P&A Marketing Internacional, os participantes tiveram uma experiência nova, discutindo conjuntamente o manejo da nutrição e da adubação de ambas as culturas, bem como os aspectos essenciais de manejo no campo.

Pautada no êxito da citricultura e da cafeicultura nos últimos anos, com o aumento da produtividade e da qualidade dos produtos, a programação incluiu aspectos da sustentabilidade da agricultura, composição dos custos dos fertilizantes, fundamentos da fertilidade do solo e nutrição de plantas, estresses ambientais e desafios da produção com qualidade. Fechando a programação, foram apresentadas as novas recomendações de adubação e calagem do Boletim 100 do IAC.

NUTRIENTES PARA A VIDA

A base da alimentação humana provém dos alimentos que ingerimos, os quais fornecem os elementos essenciais para a manutenção da vida (Figura 1). Os seres humanos e os animais precisam de nutrientes minerais (elementos químicos essenciais) e orgânicos (compostos essenciais contendo carbono, hidrogênio e oxigênio) para a sua sobrevivência; já as plantas sobrevivem apenas com os nutrientes minerais, pois sintetizam seus próprios compostos orgânicos por meio de processos naturais.

Abreviações: B = boro; C = carbono; Cu = cobre; DAP = fosfato diamônico; Fe = ferro; IAC = Instituto Agronômico de Campinas; MAP = fosfato monoamônico; Mg = magnésio; Mn = manganês; Mo = molibdênio; N = nitrogênio; NPV = Nutrientes para a Vida; N₂O = óxido nitroso; O = oxigênio; V = saturação por bases; Zn = zinco.

¹ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico do IAC/Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Cordeirópolis, SP; emails: ddm@iac.sp.gov.br, boaretto@iac.sp.gov.br

² Engenheira Agrônoma, M.Sc, Centro de Citricultura Sylvio Moreira, Cordeirópolis, SP; email: luizaoliveiram@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Dr., Yara Brasil Fertilizantes S.A.; email: franz.hippler@yara.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico do IAC/Centro de Solos e Recursos Ambientais, Campinas, SP; email: ze.quaggio@gmail.com

⁵ Engenheira Agrônoma, M.Sc, Piracicaba, SP; email: stipp@ipni.net

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL

Avenida Independência, nº 350, Edifício Primus Center, salas 141 e 142 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - CEP 13419-160 - Piracicaba-SP, Brasil
Website: <http://brasil.ipni.net> - E-mail: jmachado@ipni.net - Twitter: @IPNIBrasil - Facebook: <https://www.facebook.com/IPNIBrasil>

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Publicação trimestral gratuita do International Plant Nutrition Institute (IPNI), Programa Brasil. O jornal publica artigos técnico-científicos elaborados pela comunidade científica nacional e internacional visando o manejo responsável dos nutrientes das plantas.

ISSN 2311-5904

COMISSÃO EDITORIAL

Editor

Eros Artur Bohac Francisco

Editores Assistentes

Luís Ignácio Prochnow, Sílvia Regina Stipp

Gerente de Distribuição

Evandro Luis Lavorenti

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE (IPNI)

Presidente do Conselho

Tony Will (CF Industries)

Vice-Presidente do Conselho

Svein Tore Holsether (Yara)

Tesoureiro

Joc O'Rourke (The Mosaic Company)

Presidente

Terry L. Roberts

Vice-Presidente, Coordenador do Grupo da Ásia e África

Kaushik Majumdar

Vice-Presidente, Coordenadora do Grupo do Oeste Europeu/Ásia Central e Oriente Médio

Svetlana Ivanova

Vice-Presidente Senior, Diretor de Pesquisa e Coordenador do Grupo das Américas e Oceania

Tom Bruulsema

PROGRAMA BRASIL

Diretor

Luís Ignácio Prochnow

Diretor Adjunto

Eros Artur Bohac Francisco

Publicações

Sílvia Regina Stipp

Analista de Sistemas e Coordenador Administrativo

Evandro Luis Lavorenti

Assistente Administrativa

Elisângela Toledo Lavorenti

Secretária

Jéssica Silva Machado

ASSINATURAS

Assinaturas gratuitas são concedidas mediante aprovação prévia da diretoria. O cadastramento pode ser realizado no site do IPNI:

<http://brasil.ipni.net>

Mudanças de endereço podem ser solicitadas por email para:

jmachado@ipni.net

Nº 163 SETEMBRO/2018

CONTEÚDO

Avanços na nutrição de citros e café

Dirceu Mattos Junior, Luiza de Oliveira Macedo, Franz Walter Rieger Hippler, Rodrigo Marcelli Boaretto, José Antônio Quaggio, Sílvia Regina Stipp..... 1

Concentração e exportação de nutrientes nos grãos e milho

Aildson Pereira Duarte, Mônica Ferreira de Abreu, Eros Artur Bohac Francisco, Douglas de Castilho Gitti, Gabriel Barth, Claudinei Kappes 12

Global Pecuária – Agropecuária do futuro

Sílvia Regina Stipp, Eros Artur Bohac Francisco 17

Divulgando a Pesquisa.....

22

IPNI em Destaque.....

23

Painel Agrônomo.....

24

Evento do IPNI.....

25

Cursos, Simpósios e outros Eventos.....

26

Publicação do IPNI.....

27

Publicações Recentes.....

28

Ponto de Vista.....

29

NOTA DOS EDITORES

Todos os artigos publicados no Informações Agronômicas estão disponíveis em formato pdf no website do IPNI Brasil: <<http://brasil.ipni.net>>

Opiniões e conclusões expressas pelos autores nos artigos não refletem necessariamente as mesmas do IPNI ou dos editores deste jornal.

FOTO DESTAQUE



Produtores discutem os benefícios da braquiária na qualidade física do solo em área de lavoura no cerrado.

Crédito da foto: Dr. Eros Francisco, IPNI.



Figura 1. Importância dos nutrientes para as plantas e para os seres humanos.

Fonte: Nutrientes para a Vida (<http://nutrientesparaavida.org.br>).

Os nutrientes minerais representam cerca de 5% da matéria seca das plantas, por isso, a produção vegetal depende de um suprimento adequado desses elementos, que podem vir do solo ou dos fertilizantes. Ademais, os nutrientes são fatores de aumento de produção, pois são partes ativas da composição das plantas, bem como da qualidade do produto agrícola.

A agricultura tem um papel fundamental no fornecimento de alimento para a humanidade, e o fertilizante é um dos grandes responsáveis pelo grande avanço na produção das culturas ao longo dos anos. Apesar dessa importância, o público urbano, em geral, desconhece os benefícios dos fertilizantes como fontes de nutrientes para as plantas e, por extensão, para os homens e os animais.

A Nutrientes Para a Vida (NPV) é uma entidade que tem a missão de esclarecer e informar a sociedade brasileira sobre a importância e os benefícios dos fertilizantes na produção e qualidade dos alimentos, bem como sobre sua utilização adequada no campo.

A agricultura é uma atividade que gera crescimento e renda no Brasil, porém, a sua imagem junto à sociedade nem sempre é positiva. É muito comum o público urbano relacionar os fertilizantes aos agrotóxicos, à contaminação de alimentos e à poluição ambiental, o que não é verdade. Por isso, é necessário que os profissionais do setor agrícola estejam preocupados em proteger a sua imagem junto à população, pois a desinformação afeta negativamente a atividade econômica e as cadeias de produção de citros e café – grandes culturas de exportação cujos produtos sofrem competição nos mercados internacionais.

A contaminação dos mananciais de água gerada pelo uso inadequado de insumos agrícolas gera uma mídia negativa que pode denegrir a imagem dos produtos brasileiros no mercado internacional e prejudicar o seu comércio. Nos Estados Unidos e na Europa já existem regulamentações específicas para a utilização de fertilizantes, visando prevenir o impacto do excesso de nutrientes no meio ambiente. Nesse contexto, é necessário que o agricultor

aumente a eficiência de utilização dos fertilizantes e corretivos agrícolas por meio do manejo adequado dos componentes do sistema de produção.

Outra questão que está em pauta nas discussões internacionais é a pegada de carbono (C) na produção de alimentos. A tendência atual é avaliar quanto o produto que sai do campo contribui para a produção de gases de efeito estufa (GEE) e o aquecimento global. E os fertilizantes estão na mira da mídia internacional.

Em estudo conduzido no Brasil para avaliar a pegada de carbono do suco de laranja, foi observado que pomares bem manejados, com altas produtividades e baixas emissões de óxido nitroso ($N-N_2O$) podem contribuir significativamente para a redução da pegada de carbono do suco de laranja (MARTINS, 2013). Verificou-se que os valores de emissão de $N-N_2O$ gerados foram 4 a 10 vezes inferiores ao valor de referência de 1% proposto pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Diante do exposto, entende-se que os pesquisadores devem multiplicar essas pesquisas e divulgar os seus resultados no sentido de defender o sistema produtivo e os produtos brasileiros contra os ataques da mídia negativa.

Embora o Brasil seja um país agrícola, 85% das pessoas que vivem nas cidades desconhecem a realidade enfrentada pelos agricultores, e é nossa obrigação educar esse público para evitar que eles formem opiniões incorretas acerca dos fertilizantes. Daí a missão da Nutrientes para a Vida de desmitificar o papel dos fertilizantes e informar a sociedade sobre os seus benefícios na produção e qualidade dos alimentos e no combate à fome no mundo.

NUTRIENTES E SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

O solo é a “fina pele do planeta”. Assim, a sustentabilidade da produção agrícola depende de como tratamos o solo, pois é dele que provêm os alimentos, e é nosso dever preservá-lo.

O mundo passou por diversos avanços tecnológicos que impactaram consideravelmente a produção agrícola. Com a intensificação sustentável do uso do solo, alavancada pelos ganhos em produtividade, grandes extensões de terra foram poupadas do cultivo, gerando benefícios na gestão ambiental, social e econômica. Dentre as tecnologias que possibilitaram esse aumento de produtividade destaca-se o manejo eficiente da adubação, considerada como estratégia-chave na nutrição de plantas.

O grande impulso para o extraordinário desenvolvimento da Nutrição Mineral de Plantas ocorreu em 1840, com as pesquisas do químico Justus von Liebig. Ao aplicar a química ao estudo da fisiologia vegetal, Liebig descobriu que: (a) no sistema de produção agrícola os elementos minerais não estão casualmente presentes nas plantas, mas desempenham funções essenciais no metabolismo delas; (b) as plantas necessitam de 10 elementos para viver (C, O, H, N, P, K, Ca, Mg, S e Fe) e todos, com exceção de C, O e H, provêm do solo; (c) espécies diferentes necessitam de quantidades diferentes de elementos; (d) alguns solos são deficientes em alguns elementos, os quais podem ser corrigidos por meio da adubação; (e) o húmus não é utilizado pelas plantas, mas é fonte de nutrição das mesmas. Além disso, Liebig instituiu a “Lei do Mínimo”, que é a base para o manejo eficiente dos nutrientes. Segundo essa lei, “o desenvolvimento de uma planta é limitado pela ausência de qualquer um dos nutrientes essenciais, mesmo que todos os demais estejam disponíveis em quantidades suficientes”.

A produtividade sustentável das culturas e a otimização do uso eficiente dos nutrientes dependem de uma série de fatores de produção que devem ser manejados de forma integrada, dentre os quais se destacam: análise de solo e de plantas; preparo adequado do solo; controle de pragas, doenças e plantas daninhas; nível adequado de matéria orgânica e, principalmente, manejo adequado dos fertilizantes (disponibilidade de nutrientes na solução do solo em contato com o sistema radicular da planta).

Os solos apresentam diversas limitações físicas e químicas, e as pesquisas sobre correção e adubação do solo possibilitaram aumentos de produção nessas áreas, tornando-as férteis e aptas à produção. Técnicas implantadas nos últimos anos vêm contribuir para melhorar a utilização dos solos, como a integração lavoura-pecuária-floresta, o plantio direto e a intensificação sustentável do uso do solo.

Dada a importância da agricultura, o solo se constitui num dos recursos mais importantes para que possamos continuar produzindo e atendendo às necessidades da geração atual e também das gerações futuras. Desta forma, conservar o solo é uma tarefa para todos nós.

PRINCIPAIS FONTES DE FERTILIZANTES E EFICIÊNCIA NO CAMPO

Uma frase muito difundida entre os produtores é a de que “adubo é tudo igual”, e esta ideia é muito prejudicial à sustentabilidade da agricultura, pois sabe-se que os fertilizantes têm suas características individuais e que devem ser utilizados de forma apropriada, adequando-se às necessidades operacionais e econômicas dos produtores. Assim, cada produtor deve escolher o fertilizante não só pelo custo mas também pela facilidade de manejo e forma de aplicação.

Em geral, os principais adubos nitrogenados são: ureia, nitrato de amônio, nitrato de amônio e cálcio e sulfato de amônio.

- A ureia, fertilizante mais utilizado na cafeicultura, é a fonte nitrogenada mais concentrada (46% N) e mais barata,

porém, quando transformada no solo, pela urease, em amônia, fica sujeita a perdas de até 80% se não for bem manejada, trazendo prejuízos econômicos ao produtor.

- O nitrato de amônio (34% N) contém o nitrogênio em duas formas químicas, amoniacal e nítrica. Seu custo é um pouco mais elevado que o da ureia, entretanto, sua perda no solo é muito pequena. É mais fácil de ser aplicado e apresenta menor poder de acidificação do solo.
- O nitrato de amônio e cálcio (20 a 27% de N) é produzido a partir do nitrato de amônio granulado com calcário, o que proporciona maior resistência física e estabilidade aos grânulos. Como não há produção nacional, as melhores condições de preço estão próximas às regiões portuárias. Não deve ser aplicado após a calagem do solo.
- O sulfato de amônio (20 a 21% N e 22 a 24% de S) tem o N apenas na forma amoniacal, e no solo pode ser absorvido nesta forma pela planta ou transformado em nitrato. Não deve ser aplicado após a calagem do solo. A dose mais adequada de sulfato de amônio, tanto para citros quanto para café, deve ser determinada pela necessidade de enxofre. O alto potencial de acidificação do solo é um fator limitante para utilização dessa fonte.

As principais fontes de fósforo são: superfosfato triplo, superfosfato simples, fosfato monoamônico (MAP) e fosfato diamônico (DAP).

- O superfosfato triplo (41 a 46% de P, e 10 a 12% de Ca), embora contenha cálcio, é uma fonte destinada a fornecer fósforo. É uma fonte relativamente barata, quando se considera apenas o fósforo.
- O superfosfato simples e os fosfatos acidulados contêm 18 a 21% de P e 10 a 12% de S. São os fertilizantes fosfatados que apresentam maior amplitude de oferta e tem como diferencial a presença de enxofre na forma de sulfato de cálcio (gesso), o qual, além de fornecer o elemento como nutriente, melhora o perfil do solo com o uso prolongado.
- O MAP (48 a 52% P e 9 a 11% de N) e o DAP (45 a 46% P e 17 a 18% de N) são as fontes fosfatadas mais utilizadas no Brasil. O DAP tem oferta mais frequente no Sul do país devido ao seu emprego nas culturas de cereais (trigo, cevada e milho).

As principais fontes de potássio são o cloreto de potássio e o sulfato de potássio.

- O cloreto de potássio é o fertilizante mais utilizado na agricultura brasileira devido à sua alta concentração de potássio (50 a 60% de K_2O) e menor preço por unidade de nutriente (K).
- O sulfato de potássio (50% de K_2O) é um fertilizante de uso nobre, devido o seu custo mais elevado, e, por isso, geralmente é utilizado em culturas com exigências especiais, principalmente aquelas relacionadas à qualidade, já que o cloro, presente no cloreto de potássio, apresenta efeitos negativos diretos e indiretos sobre a qualidade do produto.

Em geral, as necessidades de nutrientes podem ser atendidas pelos fertilizantes compostos, balanceados e equilibrados, que satisfazem, principalmente, as necessidades de nitrogênio, fósforo e potássio – os elementos absorvidos em maior quantidade pelas plantas. Para cada nutriente, pode-se utilizar diferentes fontes de fertilizantes. Por exemplo, na fórmula 19-10-19 o nitrogênio pode vir da ureia, do nitrato de amônio ou do sulfato

de amônio, porém, as duas primeiras fontes não fornecem o enxofre, que deve ser considerado no cálculo da relação custo-benefício das fórmulas que contêm sulfato de amônio (Figura 2).

19-10-19	kg t ⁻¹
Nitrato de amônio	460
DAP	220
Cloreto de potássio	320
Valor	R\$ 1.368,00
Teor de enxofre	0

19-10-19	kg t ⁻¹
Sulfato de amônio	200
Ureia	285
MAP	195
Cloreto de potássio	320
Valor	R\$ 1.405,00
Teor de enxofre	4,8

19-10-19	kg t ⁻¹
Ureia	375
MAP	195
Cloreto de potássio	285
Polissulfato	145
Valor	R\$ 1.383,00
Teor de enxofre	2,7

Figura 2. Fórmula 19-10-19 modernizada com a produção de fertilizantes de alta concentração.

Fonte: Adaptada de Cunha (2018).

Outra forma de balancear os fertilizantes compostos é aquela em que os nutrientes necessários estão pré-definidos e a mistura é determinada pela composição das matérias-primas. Por exemplo, na necessidade de 100 kg de N + 50 kg de P₂O₅ + 100 kg de K₂O pode-se utilizar, por exemplo, a fórmula 19-10-19 com o emprego de nitrato de amônia, fosfato monoamônico (MAP) e cloreto de potássio (Figura 3).

100 kg de N + 50 kg de P ₂ O ₅ + 100 kg de K ₂ O	kg
Nitrato de amônio	270
MAP	100
Cloreto de potássio	170
Valor	R\$ 725,00
18,5-9,3-18,5	

Figura 3. Fórmula contendo os nutrientes necessários pré-definidos e a mistura determinada pela composição das matérias-primas.

Fonte: Adaptada de Cunha (2018).

Visto que os adubos são diferentes e que há diversas possibilidade de combinação entre eles, é importante analisar comparativamente o custo dos produtos em relação às fontes primárias dos nutrientes que são fornecidos nas fórmulas e também dos nutrientes adicionais que cada fonte primária oferece, levando em conta a confiabilidade e a praticidade do uso desta forma de adubação.

FUNDAMENTOS E DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO

Compreender o ambiente de produção é fundamental para planejar as melhores estratégias de produção para qualquer cultura. Assim, conhecer os principais fundamentos que compõem a fertilidade dos solos, sendo aqui destacados aqueles para as condições tropicais, são bases essenciais para a manutenção do crescimento das plantas no seu potencial máximo.

De acordo com a “Lei do Mínimo” definida por Liebig, o nutriente em menor concentração relativa determina o limite para o crescimento da planta. Entretanto, para a planta atingir o máximo potencial produtivo não só a disponibilidade dos elementos essenciais é suficiente, mas a absorção em proporções balanceadas também é fundamental.

No planejamento da adubação das diversas culturas, a análise de solo é uma ferramenta fundamental para melhor entender as demandas das culturas pelos diversos nutrientes ao longo do ciclo de produção. Nas culturas perenes, tal como café e citros, ainda há desafios no diagnóstico da fertilidade do solo, principalmente nos pontos de amostragem, uma vez que a variabilidade em torno da linha de plantio (vertical e horizontal) é alta. Ainda, há maior acidificação do solo no local de aplicação de fertilizantes nitrogenados, principalmente no bulbo de molhamento em pomares irrigados ou fertirrigados.

Além da amostragem do solo, os métodos analíticos de extração dos nutrientes no solo é peça-chave no sucesso da determinação do total disponível do nutriente para as plantas. Um exemplo claro é o que ocorre na determinação do fósforo em solos tropicais. Por muitos anos, os métodos de Mehlich (1 e 3) foram empregados para determinar a concentração de nutrientes no solo, principalmente de fósforo. Contudo, verificou-se a necessidade de buscar um método que melhor demonstrasse o teor disponível de fósforo no solo, uma vez que os métodos de Mehlich foram desenvolvidos para solos de pH mais alcalino e característicos de regiões temperadas. Devido à alta dinâmica do fósforo nos solos tropicais, o método da resina, desenvolvido pelo Departamento de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agrônomo (IAC), veio para aperfeiçoar a determinação do fósforo e dos elementos catiônicos em nossas condições.

Por meio de pesquisas em redes de experimentos com plantas cítricas, o método da resina proporcionou uma análise mais precisa entre a curva de resposta da concentração de fósforo no solo e a produtividade das plantas (Figura 4). Neste caso, foi possível determinar que em solos com teores de fósforo (P-resina) abaixo de 6 mg dm⁻³, a produtividade pode ser limitada em até 50%, e quando com teores acima de 20 mg dm⁻³ a resposta da produtividade após as adubações fosfatadas são muito baixas ou nulas, recomendando-se, neste caso, que a adubação vise apenas a reposição dos teores exportados pelas plantas.

EFICIÊNCIA DE USO DE NUTRIENTES PELAS PLANTAS

A adubação influencia largamente a produção e a qualidade dos citros e do café. Assim, o entendimento da eficiência de uso dos fertilizantes, da aquisição de nutrientes pelas raízes (e folhas) e da utilização desses pelas plantas para transformação em produto agrícola é uma exigência cada vez mais importante para a sustentabilidade do agronegócio. Esse contexto deve ser melhor entendido pelos técnicos e produtores, cujos conhecimentos organizados em recomendações práticas permitem as melhores tomadas de decisão para o sucesso no campo.

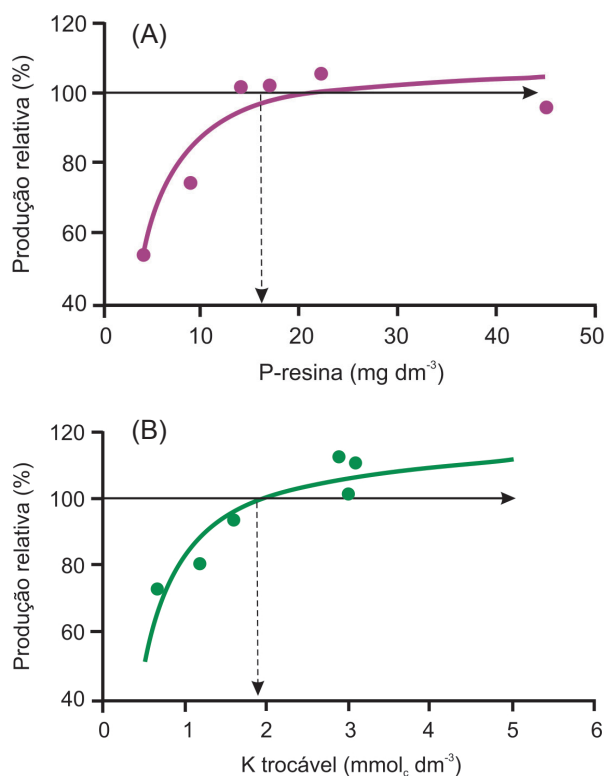


Figura 4. Curvas de calibração para a produção relativa dos citros em função dos teores de fósforo (resina) (A) e potássio trocável (B) no solo.
Fonte: Quaggio, Cantarella e Raij (1998).

À parte dos aspectos relacionados à eficiência dos adubos e adubações, a eficiência de uso de nutrientes pelas plantas envolve várias respostas que dependem das características genéticas das plantas e, por conseguinte, de processos moleculares, bioquímicos e fisiológicos associados a: absorção, transporte para a parte aérea, assimilação e redistribuição dos nutrientes para os órgãos-drenos na forma de íons ou moléculas menos complexas, como aminoácidos, proteínas de baixo peso molecular, compostos fosforilados e outros.

Por exemplo, o balanço da absorção de N, na forma de amônio (NH_4^+) ou nitrato (NO_3^-), influencia grandemente o balanço de cargas, a assimilação desse nutriente e a absorção de cálcio pela laranja, o que está correlacionado com aumentos da produção de frutos no campo (Figura 5). Embora ainda não seja muito comum o uso de porta-enxertos na cafeicultura, verificam-se características contrastantes para diferentes materiais de *Coffea arabica* e *C. canefora* quanto à absorção e eficiência de utilização de fósforo (Figura 6). Por esses exemplos, nota-se que é possível delinear estratégias para melhorar o aproveitamento das adubações no campo.

A análise química das folhas é uma ferramenta que permite a caracterização do estado nutricional das plantas com base nos níveis de ocorrência (concentrações) dos nutrientes nas plantas e nas interações que afetam o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção. As faixas de valores deficiente, adequado e alto para citros e café foram atualizadas para as novas recomendações do Boletim 100 do IAC (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

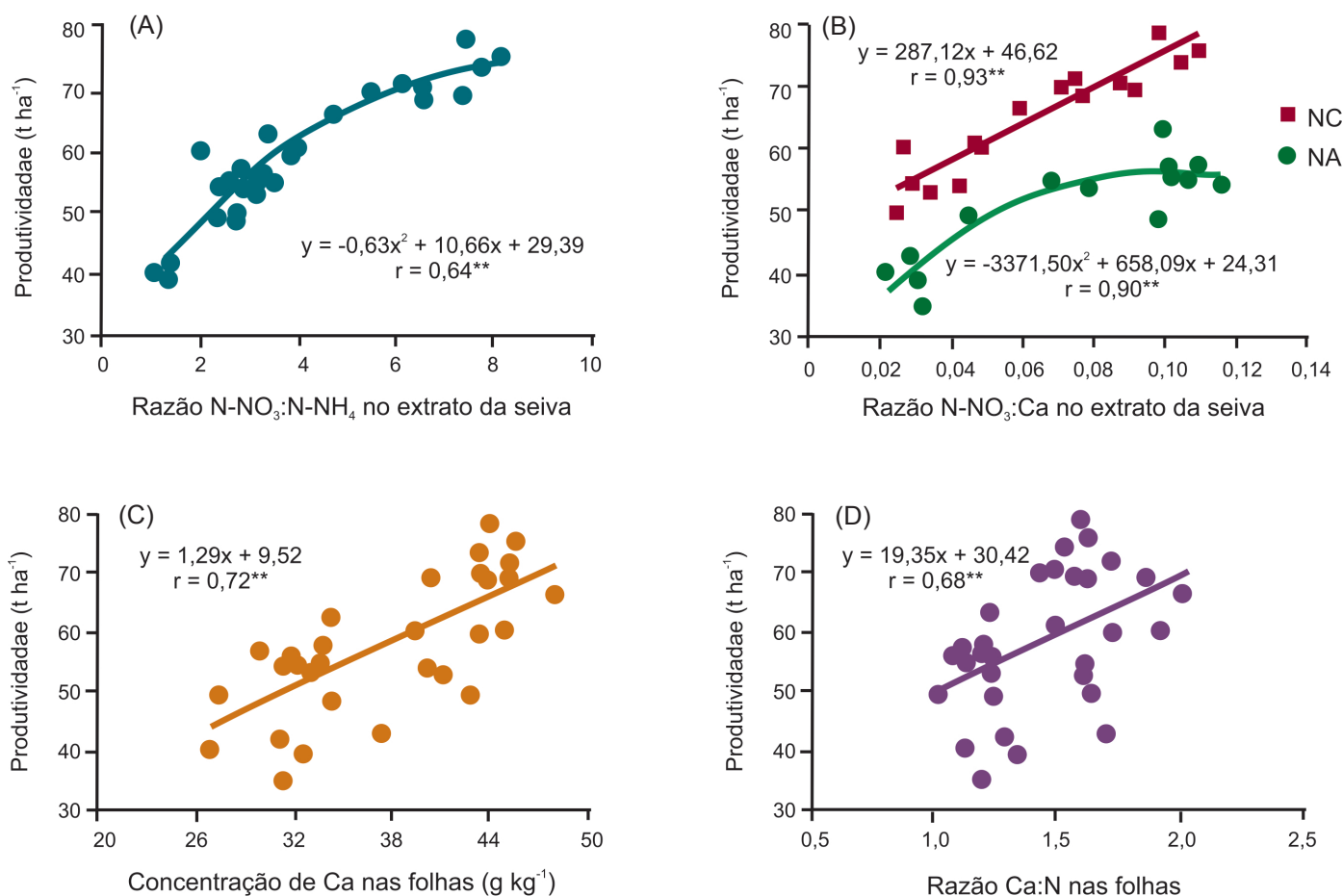


Figura 5. Relações entre produtividade e: razão $\text{NO}_3\text{:N-NH}_4$ no extrato da seiva (A), razão $\text{NO}_3\text{:Ca}$ no extrato da seiva (B), concentração de cálcio nas folhas (C) e razão Ca:N nas folhas (D). NC = nitrato de cálcio; NA = nitrato de amônio.
Fonte: Quaggio et al. (2014).

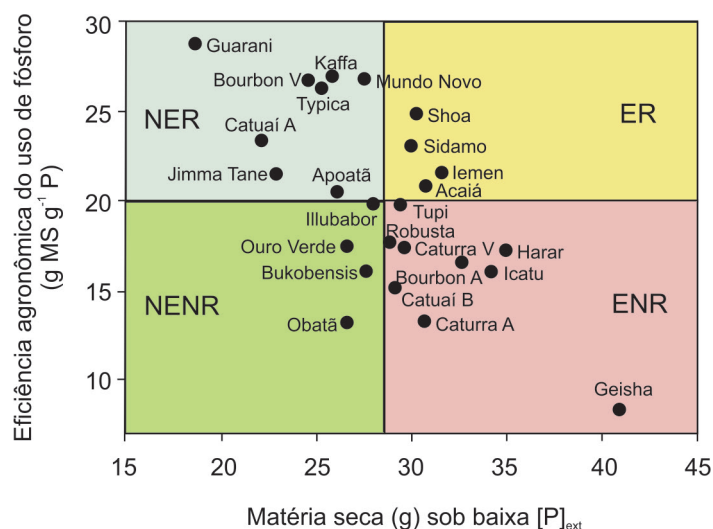


Figura 6. A análise das características de eficiência do uso de fósforo nos genótipos de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* revela contrastes na absorção e na eficiência de utilização de fósforo (NER = cultivares responsivas e não eficientes; ER = cultivares responsivas e eficientes; NENR = cultivares não responsivas e não eficientes; ENR = cultivares não responsivas e eficientes).

Fonte: Neto et al. (2016).

MANEJO DA ADUBAÇÃO NPK EM CITROS E CAFÉ

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio influencia largamente a produção e a qualidade dos citros e do café. Tal fato se observa na significativa evolução dos patamares de produtividade de ambas as culturas nas últimas décadas, com aumentos de até 2,5 vezes em relação à média nacional, considerando que as variedades plantadas têm sido predominantemente as mesmas e que, apesar da intensificação do uso da irrigação, a área de produção em sequeiro ainda é muito maior que a irrigada.

Com base em diversos parâmetros, como estado nutricional das plantas (avaliado principalmente pelos teores de nitrogênio foliar), disponibilidade de fósforo e potássio no solo, produtividade esperada, destino/qualidade dos frutos colhidos e fases de desenvolvimento e manejo das plantações, as doses de nutrientes são definidas para compor os programas de adubação. No caso dos citros, os pomares bem estabelecidos recebem 180-220 kg ha⁻¹ de N, 80-100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 140-160 kg ha⁻¹ de K₂O. Para os cafeeiros, esses níveis são mais elevados para nitrogênio, cujas doses recomendadas para plantações bastante produtivas podem chegar a 450 kg ha⁻¹ de N, enquanto para potássio as doses podem chegar até 400 kg ha⁻¹ de K₂O. No caso do fósforo, as quantidades são similares, na faixa de 60 a 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Comparando essas culturas, observa-se que o cafeeiro apresenta maior demanda por enxofre do que os citros. Assim, a adubação deve fornecer o enxofre em quantidades equivalentes a 10-15% daquelas de nitrogênio. Outro aspecto interessante é o manejo da poda nos cafezais, nos anos da chamada safra zero, quando a adubação deve ser feita apenas com nitrogênio, na dose de 70 a 100 kg ha⁻¹ de N.

As fontes fertilizantes para ambos os sistemas de produção devem, no caso do nitrogênio, preferencialmente oferecer menores riscos de acidificação e perdas no solo por volatilização de amônia (como no caso da ureia). Para fósforo, fontes mais solúveis são também preferidas (como superfosfatos e MAP). Para o potássio, comumente

se utiliza o cloreto de potássio, embora haja recomendações para o uso de outras fontes que não contenham cloro, com o intuito de se evitar escaldaduras das folhas e perdas da qualidade da bebida. No caso dos citros, isso não tem sido observado, embora novas pesquisas devam elucidar se os efeitos negativos do cloro podem comprometer os pomares, principalmente aqueles com alta produtividade.

Em complementação à adubação NPK, a aplicação de magnésio (Mg) poderá contribuir para o aumento da produtividade e qualidade de ambas as culturas. Novos estudos estão em desenvolvimento para auxiliar na melhor definição do suprimento deste nutriente no campo, que pode ser aplicado via solo ou via foliar.

MANEJO DE MICRONUTRIENTES

A demanda de micronutrientes vem aumentando concomitantemente com os incrementos de produtividade, tanto nos pomares citrícolas quanto nos cafezais. Por isso, os sintomas visuais da deficiência de boro (B), zinco (Zn) e, em menor intensidade, de manganês (Mn), são frequentemente observados em ambas as espécies. A deficiência de cobre (Cu) é mais comum durante a fase de formação dos pomares, já que as pulverizações com fungicidas cúpricos não são usuais nessa fase.

A adubação foliar tem sido o método mais eficaz para a aplicação de micronutrientes metálicos nessas culturas, principalmente por facilitar a distribuição de pequenas quantidades na planta. Entretanto, os micronutrientes têm baixa mobilidade no floema, e uma parte muito pequena dos nutrientes depositados na superfície das folhas é absorvida e transportada para outras partes do ramo. Por isso, para os micronutrientes que têm baixa mobilidade no floema, como é o caso de Mn, Zn e B, as aplicações foliares devem ser feitas nos principais fluxos de vegetação (primavera e verão), quando as folhas ainda estão jovens e têm cutícula pouco desenvolvida, o que facilita a absorção e fornece os micronutrientes aos novos órgãos em desenvolvimento.

Na recomendação atualizada do grupo de Nutrição dos Citros do IAC, faz-se a distinção entre pomares em formação, com idade inferior a quatro anos para citros e três anos para café, daqueles em produção. Em pomares jovens, recomendam-se quatro a seis aplicações anuais de B, Cu, Mn e Zn nas folhas, entre setembro e maio, e em pomares em produção recomendam-se três ou quatro pulverizações com Mn e Zn, no início da primavera até o final das chuvas. Para os cafezais, recomendam-se quatro a seis pulverizações anuais de B e Zn, entre outubro e março. Nos talhões em produção, recomendam-se três a quatro pulverizações com Zn, no início da primavera até o final das chuvas, procurando atingir as brotações novas, com folhas já expandidas.

A adubação com B deve ser feita preferencialmente via solo, que é a forma mais prática e eficiente de fornecer o nutriente às culturas; contudo, aplicações foliares com B devem ser praticadas como complemento à adubação via solo, especialmente nas plantas em formação.

Novos resultados de pesquisa vêm demonstrando os benefícios de se realizar adubação foliar complementar com Mg e molibdênio (Mo), especialmente em áreas com altas produtividades.

MANEJO DA ÁGUA E FERTIRRIGAÇÃO

A irrigação é uma técnica que tem a finalidade de fornecer água para as culturas em quantidade adequada e em sincronia com a demanda da planta, de forma a assegurar a produtividade e a sobrevivência das plantas. Pode ser feita por meio de equipamentos como pivô-central, tubos gotejadores enterrados ou de superfície ou

por meio de microaspersores. Entretanto, devido à maior eficiência de uso da água e aos avanços tecnológicos recentes, os métodos de irrigação localizada – microaspersão e, principalmente, gotejamento – têm acelerado a adoção da fertirrigação para uma ampla gama de culturas, como frutíferas, café, cana-de-açúcar e hortaliças, tanto no cultivo em campo como em ambiente protegido.

A fertirrigação é a técnica de aplicação de fertilizantes dissolvidos na água de irrigação. Trata-se de uma prática recente em solos tropicais e que vem crescendo de forma acelerada nas condições brasileiras nos últimos anos.

Na citricultura brasileira, existem hoje cerca de 100 mil hectares com irrigação localizada, o que representa 25% do ambiente de produção, a maioria com algum tipo de fertirrigação. Esse fato está muito relacionado às mudanças nas práticas de produção, devido à substituição do porta-enxerto de Limão Cravo por outros cultivares mais sensíveis ao déficit hídrico.

Na cafeicultura, as áreas irrigadas e fertirrigadas ultrapassam 200 mil hectares, distribuídos nos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia. Como a cultura do café é muito sensível ao estresse hídrico durante a floração e a fixação dos frutos, a irrigação e a fertirrigação têm proporcionado ganhos expressivos de produtividade, e com maior qualidade dos frutos produzidos, o que resulta em bebida de qualidade superior. Isso explica o grande avanço da fertirrigação na cafeicultura nacional.

Quando os nutrientes são fornecidos juntamente com a água de irrigação, há um aumento na eficiência da adubação devido à melhor uniformidade de distribuição dos fertilizantes e à possibilidade de melhor ajuste da aplicação dos nutrientes com as demandas das plantas, nos diferentes estádios fenológicos. Resultados de pesquisa em solos tropicais têm demonstrado que, na citricultura, a eficiência do fertilizante aumenta em até 25% com a fertirrigação, em comparação com a adubação sólida convencional (Figura 7) (QUAGGIO et al., 2006).

A prática da fertirrigação de frutíferas perenes em geral foi desenvolvida inicialmente em solos da região da zona mediterrânea, na qual predominam solos desenvolvidos de diversos substratos calcários e, portanto, sem problemas de acidez. Na realidade, normalmente os solos dessas regiões apresentam excesso de alcalinidade e, assim, a acidificação é desejável para facilitar o manejo de nutrientes com alta capacidade de fixação em pH alto, como, por exemplo, o ferro (Fe).

Nos solos tropicais a situação é inversa, pois a maioria desses solos é ácido ou muito ácido, como é o caso dos solos originalmente sob vegetação de cerrados, nos quais a acidificação pode comprometer a sustentabilidade da produção de culturas fertirrigadas se houver acidificação da área de influência do bulbo molhado. Esse processo é mais preocupante quanto menor for a área molhada, ou seja, o sistema de gotejamento com uma linha é mais acentuado do que com duas linhas de emissores, enquanto na microaspersão o problema é menor.

Dessa maneira, em áreas fertirrigadas nos solos tropicais é recomendável a utilização de fertilizantes fosfatados sólidos granulados em dose única, de preferência antes da floração das culturas. Deve-se ressaltar que existem fertilizantes fosfatados solúveis, como o MAP purificado e o fosfato monopotássico, que são excelentes para fertirrigação, porém, apresentam custo muito elevado; por isso, seu uso geralmente se restringe a cultivos com alto valor agregado e em ambiente protegido.

Os fertilizantes nitrogenados com N na forma amoniacal também têm poder acidificante muito elevado. Portanto, tomando-se como base o nitrato de amônio, que contém metade do N na forma nítrica, que não acidifica o solo, e o restante 50% na forma amoniacal, com forte capacidade de acidificação, a participação desse fertilizante não deve ser superior a 40% da dose total anual de N aplicado via fertirrigação. O restante deve ser aplicado na forma de nitrato de cálcio, que não acidifica o solo e ainda fornece cálcio na forma solúvel, cujo uso tem trazido excelentes resultados, tanto na citricultura como na cafeicultura fertirrigadas.

ESTRESSES CLIMÁTICOS E QUALIDADE DA PRODUÇÃO

Ao longo do ciclo de produção, as plantas estão sujeitas a diversas condições de estresses, sejam eles bióticos (causados por patógenos e pragas) ou abióticos (condições de estresse hídrico, salinidade, altas temperaturas, desbalanço nutricional, entre outros). Dentre os fatores climáticos, a produção de citros e de café tem sido prejudicada fortemente pelo aumento da radiação incidente e das temperaturas médias máximas do ar.

Apesar das principais regiões produtoras de café se localizarem no estado de Minas Gerais, estima-se que nas próximas décadas a cafeicultura migre para as regiões mais ao sul do país, já que as altas temperaturas e a variação no regime hídrico proporcionam um ambiente desfavorável para esta cultura. O aumento da temperatura

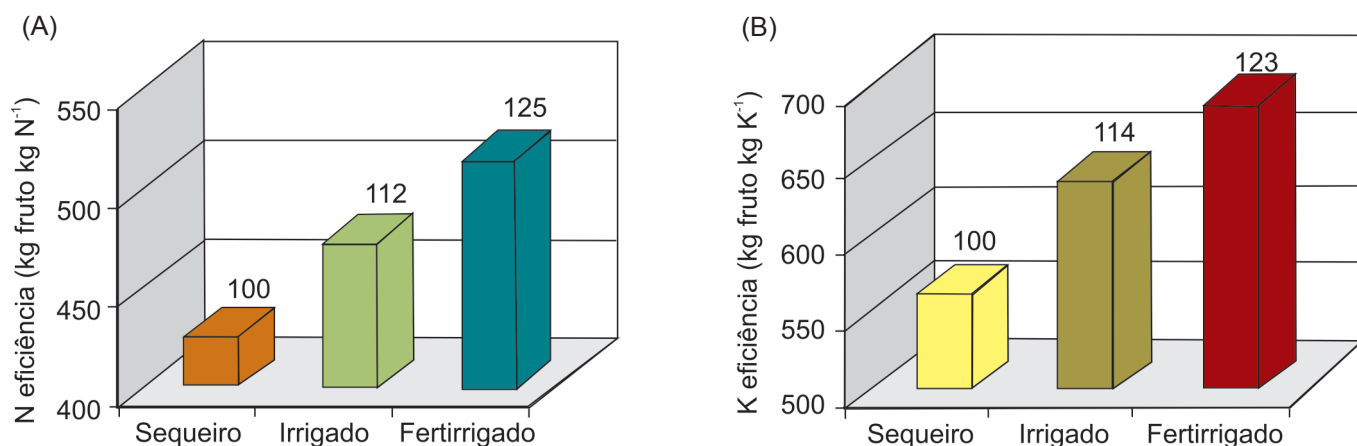


Figura 7. Eficiência de uso de nitrogênio (A) e potássio (B) em citros via adubação sólida convencional, aplicada nos tratamentos de sequeiro e irrigado, em comparação com a fertirrigação.

Fonte: Quaggio et al. (2006).

acima de 35 °C durante o amadurecimento dos frutos de café pode resultar na redução de até metade do rendimento de grãos, além de reduzir a concentração de diversos compostos importantes para a formação do sabor do grão, e aumentar a concentração de substâncias que irão gerar maior amargor (RAMALHO et al., 2018).

Em citros, os aumentos da temperatura média máxima, especialmente em outubro e novembro, têm provocado queda excessiva de flores e frutinhos, afetando diretamente a produção desta cultura (Figura 8). Com base nas estimativas das safras de 2013 a 2016, houve redução de 1,2 milhão de toneladas por ano na produção de frutos devido às altas temperaturas, sem contar os problemas de manejo e redução da qualidade dos frutos associados (FUNDECITRUS, 2018). Além disso, devido a essas perdas da chamada safra principal, as plantas cítricas têm mostrado floradas múltiplas, o que causa problemas no controle fitossanitário de doenças nas flores e frutos, desuniformidade na qualidade do fruto (acidez, brix e sólidos solúveis) e distribuição irregular na maturação dos frutos, os quais causam maiores prejuízos e custos aos produtores. Entre as safras de 2013 e 2016 foram verificadas temperaturas acima de 35 °C por 6 a 10 dias consecutivos em regiões produtoras de citros, tais como Votuporanga e Triângulo Mineiro. Nesses períodos, mesmo os pomares irrigados têm sofrido prejuízos na produção de frutos. Outro aspecto importante nesse cenário é a perda de safra em um dos lados da planta, principalmente nas linhas de plantio estabelecidas no sentido norte-sul, pois o lado da planta voltado para o oeste recebe maior quantidade de radiação solar e fica mais sujeito aos prejuízos discutidos.

Nas plantas, o aumento da temperatura do ar, aliado à alta radiação luminosa, proporciona aumento da temperatura das folhas. Em plantas cítricas, o aumento da temperatura das folhas pode chegar a 5 °C acima da temperatura do ar. Neste caso, há a inibição do processo fotossintético, redução no suprimento de carboidratos, alterações no balanço hormonal e acúmulo de espécies reativas de oxigênio. A partir daí ocorre a ativação de vários fatores de transcrição que desencadeiam a sinalização que leva à ativação da zona de abscisão. Além disso, o aumento de temperatura do ar reduz a concentração de suco e a qualidade na coloração da casca (OTERO et al., 2011), o que pode acarretar desvalorização dos frutos, tanto aqueles destinados à indústria, como aqueles destinados ao mercado de fruta fresca.

Para as plantas cítricas, o período compreendido entre o florescimento e o início do desenvolvimento dos frutos caracteriza-se como o mais sensível à ocorrência de estresses climáticos. Algumas estratégias de manejo podem auxiliar na redução dos danos causados por estas condições. A pulverização de caulim, um minério composto de silicatos hidratados de alumínio, classificado como um ‘filtro solar’ para as plantas, pode ser realizada na copa das plantas para reduzir a variação intensa de temperatura nas folhas, principalmente nos horários com temperaturas mais elevadas. Neste caso, em dias muito quentes, há menor prejuízo no processo fotossintético das plantas.

Além desta estratégia, o manejo da entrelinha, com a utilização de braquiárias como cultura de cobertura, aliada ao uso da roçadeira ecológica, a qual deposita a palha da biomassa produzida na entrelinha sobre a linha de plantio, contribui na manutenção da umidade e temperatura do solo, as quais são fundamentais para o desenvolvimento das raízes. O incremento de palha sobre o solo favorece também a manutenção ou aumento da matéria orgânica, a qual proporciona maior fertilidade e condições mais favoráveis para o bom desenvolvimento do sistema radicular.

No contexto das mudanças climáticas, o nutriente Mg vem ganhando destaque devido ao seu potencial de aliviar os efeitos danosos da alta radiação e temperatura. Sua presença é fundamental para a manutenção da integridade da clorofila bem como do sistema antioxidativo, o qual elimina o excesso das espécies reativas de oxigênio, que são danosas ao sistema bioquímico e fotossintético das plantas.

QUALIDADE DO PRODUTO E SUSTENTABILIDADE

Nos últimos anos, os produtores de citros e de café têm dado maior atenção não só à produtividade, mas também à qualidade da produção.

Na citricultura, o destino da produção depende da qualidade das frutas. Quando as frutas são direcionadas à indústria, os principais fatores de qualidade são as concentrações de suco e açúcar, as quais impactarão no rendimento industrial. Por outro lado, quando o destino é a comercialização da fruta fresca (frutos de mesa), os parâmetros de qualidade podem ser variados, uma vez que as exigências dependem do mercado no qual as frutas serão comercializadas. Neste contexto, adubações mais elevadas de nitrogênio e fósforo tendem a reduzir o tamanho e o peso das frutas e aumentar a concentração do teor de suco, o qual se torna uma característica importante para frutas destinadas à indústria. Já as doses mais elevadas de fertilizantes potássicos tendem a reduzir o teor de suco e aumentar o tamanho das frutas, características essas interessantes para o mercado de fruta *in natura*. O manejo da fertilidade também depende da espécie/cultivar da copa e do porta-enxerto utilizados, bem como do manejo de produção adotado no pomar, os quais também influenciarão diretamente na qualidade final da fruta.

Atualmente, a qualidade na produção de café é altamente valorizada pela oportunidade, para o cafeicultor, de obter preços diferenciados entre os produtos classificados como especiais, diferenciados e comerciais. A qualidade é influenciada por diversos fatores, como adubação, variedade, clima, processamento pós-colheita e rebenefício dos grãos.

Para garantir um produto de melhor qualidade, a adubação potássica é fundamental devido à alta demanda da cultura por esse nutriente, principalmente durante a formação dos grãos. Não só o potássio é importante, mas também a fonte fertilizante por meio da



Figura 8. Para as plantas cítricas, o período entre o florescimento e o início do desenvolvimento dos frutos caracteriza-se como o mais sensível à ocorrência de estresses climáticos.

qual ele é fornecido às plantas. Adubações com sulfato ou nitrato de potássio são mais indicadas para incrementar o tamanho e o teor de açúcares nos grãos, bem como melhorar qualidade da bebida, enquanto o suprimento de potássio com a utilização exclusiva de cloreto de potássio não é interessante, uma vez que o cloro diminui a qualidade dos grãos.

Na cafeicultura, além dessa estratégia destacada, principalmente relacionada ao manejo da adubação e manutenção da fertilidade do solo, o processamento do produto pós-colheita também é fundamental para garantir um produto de alta qualidade. Três fases do processamento podem mudar a qualidade do café: o despulpamento, a remoção ou não da mucilagem e a secagem dos grãos. Embora o processamento não acrescente qualidade ao café, pois a qualidade depende do manejo da produção e da colheita dos grãos, ele pode modificar a qualidade ao ressaltar características específicas do sabor (aroma, corpo e acidez), bem como permite explorar diferentes nuances de qualidade.

Assim, graças à tecnologia disponível hoje, o produtor pode escolher o tipo e a qualidade de café que ele vai oferecer ao comprador. A forma com que ele processa o seu café oferece oportunidades únicas de diversificar e atingir mercados diferentes. Antigamente, os cafés eram classificados como “lavados” (despolpados) e “não lavados” (com polpa e com mucilagem, também conhecidos como “naturais”). Contudo, após a década de 1980, quando se iniciou o processamento dos cafés cereja descascados, no qual é possível realizar a secagem do pergaminho com a mucilagem aderida, um novo tipo de café passou a ser oferecido com a qualidade dos cafés “não lavados” (naturais), porém sem o sabor indesejado das cerejas verdes, o qual ficou conhecido como *honey*.

Mais recentemente, o interesse por cafés naturais tem aumentado, principalmente em países produtores de cafés despolpados. Atualmente é possível realizar o despulpamento de cerejas verdes e sobremaduras, as quais, cada vez mais, estão sendo colhidas em conjunto com as cerejas maduras, devido à escassez de mão de obra e ao alto custo da colheita selecionada de grãos. Com o avanço da tecnologia e com o desenvolvimento de novos equipamentos que permitem a separação mecânica de diferentes tipos de café, novas ferramentas de processamento de grãos vem surgindo no setor de torrefação, que permitem ao cafeicultor, mesmo pequeno, obter maior qualidade e variedade de aromas e sabores do produto, além de maior eficiência e rentabilidade na produção.

RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM DO BOLETIM 100

Durante o Simpósio foram apresentadas as novas recomendações do Boletim 100 do Instituto Agrônomo para a adubação e calagem de citros e café.

Até o ano 2000, não havia demanda para o estudo da fertirrigação nas culturas de citros e café. Porém, observou-se desde cedo, durante a condução das pesquisas ao longo dos anos, que há uma sinergia muito grande entre nutrição e fornecimento de água por meio da irrigação. O desenvolvimento tecnológico da nutrição de citros e de café permitiu incrementar os ensaios de fertirrigação e possibilitou o desenvolvimento da técnica de análise da seiva da planta. Essa nova técnica permite monitorar o estado nutricional da cultura e analisar a época de maior demanda de nutrientes pela planta, bem como analisar o equilíbrio iônico dentro dela. Com o aprimoramento da técnica, foram realizados novos ajustes nas tabelas de recomendação de calagem e adubação do Boletim 100,

com base na demanda e no equilíbrio dos nutrientes nas diferentes fases fenológicas da cultura. Observou-se que há dois picos de demanda de água e nutrientes em ambas as culturas: na fase de floração e na fase de diferenciação floral (quando as folhas se transformam em flores). A fase de diferenciação floral é fundamental para a garantia da safra futura, por isso, principalmente nessa fase, não podem faltar água e nem nutrientes (com destaque para nitrogênio e potássio).

A manutenção de níveis adequados da saturação por bases ($V = 70\%$) é igualmente importante no preparo do solo para o plantio dos pomares e dos cafezais. Nessa etapa, o investimento na aplicação de calcário em profundidade no sulco de plantio, com a adição de fósforo e zinco, garante a boa formação inicial das plantas. O uso de gesso também é recomendado, com doses de até 2 t ha^{-1} em solos mais argilosos. O acompanhamento dos resultados das análises de solo, utilizando-se métodos mais apropriados para as condições de solos tropicais, predominantes no Brasil (Sistema IAC de Análise de Solo), garante a correta tomada de decisão para o uso subsequente de calcário e gesso.

Os níveis de interpretação dos resultados da análise de solo foram revistos, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Interpretação de resultados de análise de solo para macronutrientes e saturação por bases na camada arável do solo para citricultura e cafeicultura.

Classes de teores	P-resina (mg dm^{-3})	K ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	Mg ($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	Saturação por bases (%)
Baixo	< 15	< 1,5	< 5	< 50
Médio	15-30	1,5-3,0	5-9	50-70
Alto	> 30	> 3,0	> 9	> 70

Tabela 2. Interpretação de resultados de análise de solo para micronutrientes na camada arável do solo para citricultura e cafeicultura.

Classes de teores	B	Cu ¹	Mn	Zn
	----- (mg dm^{-3}) -----			
Baixo	< 0,6	< 2,0	< 5,0	< 5,0
Médio	0,6-1,0	2,0-5,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Alto	> 1,0	> 5,0	> 10,0	> 10,0

¹ Valores acima de 10 mg dm^{-3} podem causar toxicidade às raízes dos citros.

Com base nesses valores e também na interpretação dos resultados das análises de folhas para ambas as culturas (Tabelas 3 e 4), as doses de nutrientes são definidas considerando a fase de desenvolvimento das plantas, a produtividade no campo e a qualidade desejada do produto.

No caso do café, ainda foi discutido o manejo para diferentes estratégias de condução dos cafezais, com atenção para o suprimento de enxofre e ajuste das doses, dependendo do tipo de manejo de poda. Por último, foi dado destaque às aplicações de micronutrientes, via solo ou via foliar, em função da disponibilidade e do custo das fontes.

Tabela 3. Faixas para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de citros, geradas na primavera, com seis meses de idade, de ramos com frutos de 2 a 4 cm de diâmetro.

Nutriente	Baixo	Adequado	Alto
----- (g kg ⁻¹) -----			
N ¹	< 25	25-30	> 30
P	< 1,2	1,2-1,6	> 1,6
K	< 12	12-16	> 16
Ca	< 35	35-50	> 50
Mg	< 3,5	3,5-5,0	> 5,0
S	< 2,0	2,0-3,0	> 3,0
----- (mg kg ⁻¹) -----			
B	< 50	75-150	> 150
Cu	< 10	10-20	> 20
Fe	< 50	50-150	> 150
Mn	< 35	35-70	> 70
Zn	< 50	50-75	> 75
Mo	< 0,5	0,5-2,0	> 2,0

¹ Para limões e lima ácida Tahiti, as faixas de interpretação do teor de N foliar (mg kg⁻¹) são: < 20 = baixo, de 20 a 24 = adequado e > 24 = alto.

Tabela 4. Faixas para interpretação de teores de macro e micronutrientes nas folhas de café, coletadas em ramos com frutos.

Nutriente	Baixo	Adequado	Alto
----- (g kg ⁻¹) -----			
N	< 25	25-30	> 30
P	< 1,2	1,2-2,0	> 2,0
K	< 20	20-30	> 30
Ca	< 10	10-15	> 15
Mg	< 3,0	3,0-5,0	> 5,0
S	< 1,5	1,5-2,0	> 2,0
----- (mg kg ⁻¹) -----			
B	< 60	60-100	> 100
Cu	< 10	10-20	> 20
Fe	< 50	50-200	> 200
Mn	< 50	50-200	> 200
Zn	< 20	20-40	> 40
Mo	< 0,1	0,1-0,2	> 0,2

REFERÊNCIAS

- CUNHA, J. F. Fontes de fertilizantes e consumo para as culturas de citros e café. In: SIMPÓSIO SOBRE OS AVANÇOS NA NUTRIÇÃO DE CITROS E CAFÉ, 1., 2018. Campinas: IAC, 2018.
- FUNDECITRUS. **Pesquisa de Estimativa de Safra – PES.** 2018. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/pes>>. Acesso em: 15 jun. 2018.
- MARTINS, A. A. **Fluxos de N₂O, CH₄ e CO₂ em citros adubado via fertirrigação.** 2014. 93 p. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas, 2014.
- NETO, A. P.; FAVARIN, J. L.; HAMMOND, J. P.; TEZOTTO, T.; COUTO, H. T. Z. Analysis of phosphorus use efficiency traits in *Coffea* genotypes reveals *Coffea arabica* and *Coffea canephora* have contrasting phosphorus uptake and utilization efficiencies. **Frontiers in Plant Science**, London, v. 7, p. 408, 2016.
- OTERO, A.; GONI, C.; JIFON, J. L.; SYVERTSEN, J. P. High temperature effects on citrus orange leaf gas exchange, flowering, fruit quality and yield. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 903, p. 1069-1075, 2011.
- QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Phosphorus and potassium soil test and nitrogen leaf analysis as a basis for citrus fertilization. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 52, p. 67-74, 1998.
- QUAGGIO, J. A.; SILVA, G. O.; SOUZA, T. R.; MATTOS Jr., D.; KRONTAL, Y. Dinâmica de íons no solo e ganhos de eficiência fertilizante devido a irrigação e fertirrigação na citricultura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27., 2006, Bonito, MS. **Anais...** Bonito, MS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006.
- QUAGGIO, J. A.; SOUZA, T. R.; ZAMBROSI, F. C. B.; BOARETTO, R. M.; MATTOS-JR., D. Nitrogen-fertilizer forms affect the nitrogen-use efficiency in fertigated citrus grove. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, Temuco, v. 177, n. 3, p. 404–411, 2014.
- RAMALHO, J. C.; PAIS, I. P.; LEITÃO, A. E.; GUERRA, M.; REBOREDO, F. H.; MÁGUAS, C. M.; CARVALHO, M. L.; SCOTTI-CAMPOS, P.; RIBEIRO-BARROS, A. I.; LIDON, F. J. C.; DAMATTA, F. M. Can elevated air [CO₂] conditions mitigate the predicted warming impact on the quality of coffee bean? **Frontiers in Plant Science**, London, v. 9, p. 287, 2018.