

CIRCULAR TÉCNICA

152

# Manual para recomendação de NPK via fertirrigação para café Robusta em fase de produção na Amazônia

Denis Cesar Cararo  
Marcelo Curitiba Espindula  
Henrique de Sá Paye

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



Porto Velho, RO  
Abril, 2022



# Manual para recomendação de NPK via fertirrigação para café Robusta em fase de produção na Amazônia

A fertirrigação é uma técnica utilizada para aplicar nutrientes via água de irrigação em concentrações definidas de acordo com a demanda fenológica da cultura. Isto é feito por meio da injeção de fertilizantes diretamente na rede hidráulica do sistema de irrigação, usualmente, do sistema de irrigação por gotejamento. Por isso, o projeto, o manejo e a manutenção regular do sistema devem ser adequados de modo a permitir elevada eficiência de distribuição dos fertilizantes.

As diversas vantagens da fertirrigação em relação ao sistema tradicional de adubação manual, tem despertado o interesse no uso desta tecnologia pelos cafeicultores da região Amazônica. Contudo, para maior eficiência do uso da tecnologia é preciso conhecimento técnico detalhado. Destacam-se neste manual, algumas recomendações técnicas fundamentais que possibilitam o uso dos fertilizantes solúveis em lavouras cafeeiras de maneira sustentável nos estados de Rondônia, Acre, Amazonas e, norte e noroeste do Mato Grosso.

“Este trabalho está em conformidade aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2 e ODS 12), ou seja, no que se refere a garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos, implementar práticas agrícolas robustas que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças do clima, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo”, bem como, buscando alcançar a gestão sustentável e o uso eficiente dos recursos naturais.

---

**Denis Cesar Cararo**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia/Irrigação e Drenagem e Analista da Embrapa Rondônia. [denis.cararo@embrapa.br](mailto:denis.cararo@embrapa.br)

**Marcelo Curitiba Espindula**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia e Pesquisador da Embrapa Rondônia. [marcelo.espindula@embrapa.br](mailto:marcelo.espindula@embrapa.br)

**Henrique de Sá Paye**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas. [henrique.paye@gmail.com](mailto:henrique.paye@gmail.com)

## Vantagens e desvantagens da fertirrigação

Considerando os sistemas por aspersão fixo, por microaspersão e por gotejamento que são adotados em Rondônia, e comparados ao método convencional de aplicação de fertilizantes, em termos gerais, a fertirrigação permite o maior aproveitamento do equipamento de irrigação, maior precisão quanto ao momento e quantidade de nutrientes requeridos pelos cafeeiros, maior produtividade, menor necessidade de mão de obra, boa uniformidade de distribuição do fertilizante e redução do tráfego de máquinas na lavoura.

Por outro lado, requer maior conhecimento técnico de fertilizantes e cálculos de dosagens, maior treinamento para manuseio de fertilizantes e injetores, maior risco quanto a corrosão de equipamentos. Também requer alguns cuidados específicos para evitar a toxidez ao agricultor, a fitotoxidez dos cafeeiros, o entupimento e a má distribuição do fertilizante. Além disso, os sistemas de fertirrigação resultam em maior custo inicial de implantação.

## Principais aspectos que o fertirrigante precisa estar atento

Para alcançar a máxima eficiência em um cultivo fertirrigado o agricultor deve ficar atento a alguns aspectos relacionados ao manejo da água, dos nutrientes, bem como, a manutenção dos equipamentos que compõem o sistema de irrigação.

- (a) fertilizantes – usar fontes adequadas à fertirrigação: solúveis e livres de impurezas;
- (b) quantidade – ajustar a quantidade de fertilizantes à produtividade esperada, às demandas nutricionais da planta nos respectivos estádios fenológicos, aos nutrientes presentes no solo e nas folhas, ao teor de nutrientes no fertilizante, às perdas de nutrientes e à eficiência de uso do sistema de irrigação;
- (c) dosagens e frequências de aplicação – evitar o excesso ou a falta de nutrientes;
- (d) mistura dos fertilizantes – evitar a formação de precipitados, utilizar produtos compatíveis e dissolvê-los completamente pela agitação da calda;
- (e) injeção da calda – ser econômica e ambientalmente segura, evitando contaminações, entupimento e poluições em corpos d'água;

- (f) distribuição de água pelo sistema – a aplicação do fertilizante às plantas deve ser uniforme, assim como a aplicação de água na área fertirrigada;
- (g) distribuição do fertilizante no solo – proporcionar uma faixa molhada apropriada bem como a infiltração do produto pela aplicação de água pós-fertirrigação;
- (h) filtragem – ser apropriada à qualidade de água e ao diâmetro da seção de saída dos emissores a fim de evitar o entupimento de emissores;
- (i) limpeza do sistema de irrigação – aplicar água pós-distribuição do adubo e abrir regularmente os finais de tubulação gotejadora, evitando entupimentos e corrosões do sistema; e
- (j) automação do sistema – permitir a redução de mão de obra em operações mais complexas, com muitas aplicações, talhões fertirrigados e/ou fontes de fertilizantes.

## Instalação do sistema de fertirrigação

Adosagem, a mistura e a injeção dos fertilizantes podem ocorrer manualmente ou de modo automatizado, porém há outros fatores como a análise de custo, a disponibilidade de energia elétrica, a disponibilidade de mão de obra, o número de estádios fenológicos, o tamanho da área e o número de unidades operacionais a serem fertirrigadas, que também influenciam na aquisição e na instalação de equipamentos.

O recomendável é dimensionar a instalação de reservatórios (tanques para mistura) e demais equipamentos compatíveis ao estádio de maior demanda nutricional, considerando a maior área ou setor a ser fertirrigado e, concentração de produtos que garanta a solubilidade da mistura. Cafeeiros com diferentes demandas nutricionais requerem a divisão da área em mais setores operacionais e, em casos mais complexos com áreas mais extensas principalmente se a mão de obra for escassa, a automação pode ser uma opção viável.

As fontes de nutrientes são diluídas em tanques de pré-mistura e em seguida se faz a junção para formar a calda fertilizante, a qual é injetada na tubulação principal do sistema de irrigação ou do setor a que se destina fertirrigar. Neste caso, pode-se ter diferentes unidades de injeção, cuja quantidade dependerá do número de setores envolvidos, contudo há um custo de investimento mais elevado.

A unidade de injeção pode conter entre outros mecanismos de injeção os seguintes: (a) injetor tipo Venturi; (b) bomba injetora de acionamento hidráulico; (c) placa de orifício; ou (d) bomba centrífuga de alta pressão de acionamento elétrico. Alguns desses injetores também são descritos por Pinto e Feitosa Filho (2009).

A escolha do dispositivo injetor depende da fonte de energia disponível, do volume, da capacidade, da mobilidade e da possível necessidade de automatização do sistema. Alguns dispositivos são por controle e monitoramento remoto e, associados à demanda das plantas por uso de sensores.

Não é recomendável, apesar de comumente utilizado por fertirrigantes rondonienses, a injeção direta na tubulação de captação de água feita quando o nível do eixo da bomba está acima do nível da água ou quando, estando o sistema desligado, a carga hidráulica no recalque for superior a carga hidráulica na sucção. Neste caso há risco ambiental da calda fertilizante ingressar na fonte de água (Costa et al., 1994) e risco de entrada de ar no sistema. Em caso específico de injeção da calda utilizando uma bomba auxiliar, a qual também é comum entre os fertirrigantes rondonienses, recomenda-se o uso de rotor e corpo da bomba de constituição resistente à corrosão indicada pelo fabricante.

Os filtros do sistema de irrigação precisam estar dispostos depois da injeção dos fertilizantes, de modo a prevenir o ocasional entupimento de emissores por precipitados oriundos da reação química no tanque de mistura e por sólidos pré-existentes na água de irrigação. A escolha dos filtros se dá em função dos mesmos critérios já adotados para projetos de irrigação.

Recomenda-se que as instalações sejam cobertas e abriguem apropriadamente os insumos, o tanque de mistura, as tubulações, as bombas, os injetores, os registros, os instrumentos medidores (hidrômetros e manômetros, pelos quais se permite o controle da quantidade e concentração dos produtos a serem aplicados), os filtros, e os dispositivos de acionamento elétrico-eletrônico, como controladores e relés para automação.

Em geral, a maioria dos fornecedores de equipamentos apresentam projetos, cabendo aos produtores e técnicos conferir, especificar e escolher o sistema mais conveniente.

## Qualidade da água e de fertilizantes

Devem ser observadas características físicas, químicas e biológicas da água (Sousa et al., 2011), tais como:

- (a) sólidos totais e solúveis,
- (b) conteúdo de ferro,
- (c) concentração de sais (mede-se a condutividade elétrica),
- (d) sodicidade (determina-se a razão de adsorção de sódio – RAS),
- (e) acidez e poder tampão (mede-se o pH da água e corrige-se com o auxílio da curva de neutralização – ácido versus pH),
- (f) presença de íons sulfatos, nitratos, bicarbonatos, carbonatos, cloreto, cálcio, magnésio, potássio,
- (g) presença excessiva de algas.

A análise de água define a quantidade de elementos existentes na mesma, e então pode-se comparar aos limites estabelecidos para irrigação (Tabela 1). Em caso de ocorrência de alguma restrição, aplica-se um tratamento correspondente e apropriado ao problema detectado. Assim, uma restrição física, como um excesso de sólidos totais, requer uma filtragem mais eficiente e a limpeza de finais de linha de irrigação. No caso de restrições químicas, adota-se tratamentos que promovam reações químicas tais como: a aeração, adição de ácidos e filtragem. Em caso de entupimento biológico por excesso de população bacteriana pode ser minimizado pela manutenção do sistema e cloração. Quando ocorrer um excesso de algas pode-se reduzir a entrada de luz e sólidos no reservatório, fonte da água de irrigação. Portanto, a cada caso haverá ao menos uma solução mais apropriada para se evitar problemas decorrentes da qualidade da água.

Quanto às fontes de nutrientes (Tabela 2) é importante considerar os valores de solubilidade, a concentração dos nutrientes nas fontes, a pureza, a condutividade elétrica, o pH (lido a partir de um medidor de pH, portátil) e a compatibilidade entre fertilizantes (Figura 1).

Ajustes nas frequências para a injeção dos fertilizantes podem ser realizados durante o monitoramento da concentração de sais no solo, ou seja, caso a

condutividade elétrica no extrato de saturação (CEes) for superior a 2 mS cm<sup>-1</sup>, deve-se optar por reduzir a quantidade de nutrientes aplicado a cada injeção. Neste caso, recomenda-se o uso de extratores de solução de solo e o condutímetro portátil. Para outros detalhes relacionados à salinidade de água e solo sugere-se consultar Matiello et al. (1998).

**Tabela 1.** Diretrizes para interpretações de qualidade da água para irrigação.

Característica da água	Unidade	Restrição de uso quanto ao risco de entupimento		
		Nenhum	Leve a Moderado	Severo
Sólidos suspensos	mg L <sup>-1</sup>	< 50	50 – 100	> 100
pH	mg L <sup>-1</sup>	< 7,0	7,0 – 8,0	> 8,0
Sólidos dissolvidos	mg L <sup>-1</sup>	< 500	500 – 2000	> 2000
Manganês	mg L <sup>-1</sup>	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Ferro	mg L <sup>-1</sup>	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Sulfeto de hidrogênio	mg L <sup>-1</sup>	< 0,5	0,5 – 2,0	> 2,0
População bacteriana	Número máximo de UFC mL <sup>-1</sup>	< 10000	10000 – 50000	> 50000
Característica da água	Unidade	Grau de restrição ao uso para irrigação		
		Nenhum	Leve a moderado	Severo
Condutividade elétrica (CE)	dS m <sup>-1</sup>	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Total de sólidos dissolvidos	mg L <sup>-1</sup>	< 450	450 – 2000	> 2000
(0 < RAS < 3) <sup>2</sup> e CE	dS m <sup>-1</sup>	> 0,7	0,7 – 0,2	< 0,2
(3 < RAS < 6) e CE	dS m <sup>-1</sup>	> 1,2	1,2 – 0,3	< 0,3
(6 < RAS < 12) e CE	dS m <sup>-1</sup>	> 1,9	1,9 – 0,5	< 0,5
(12 < RAS < 20) e CE	dS m <sup>-1</sup>	> 2,9	2,9 – 1,3	< 1,3
(20 < RAS < 40) e CE	dS m <sup>-1</sup>	> 5,0	5,0 – 2,9	< 2,9
Sódio (em aspersão)	me L <sup>-1</sup>	< 3,0	> 3,0	-
Cloreto (em aspersão)	me L <sup>-1</sup>	< 3,0	> 3,0	-
Boro	mg L <sup>-1</sup>	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Nitrato	mg L <sup>-1</sup>	< 5	5 – 30	> 30
Bicarbonato (em aspersão)	me L <sup>-1</sup>	< 1,5	1,5 – 8,5	> 8,5
pH	-	Intervalo normal (6,5 – 8,4)		

<sup>1</sup> UFC = unidades formadoras de colônia

<sup>2</sup>RAS significa razão de adsorção de sódio. Em uma dada RAS, a taxa de infiltração aumenta à medida que a salinidade da água aumenta.

Fonte: Pescod (1992) e Ayers e Westcot (1994).

**Tabela 2.** Características dos principais fertilizantes usados na fertirrigação.

Fertilizante	Distribuição de nutrientes nos fertilizantes (%)											Solubilidade a 20°C(g L <sup>-1</sup> )	
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Cl	Cu	Mn	Zn	B		Fe
Nitrato de amônio	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1900
Nitrato de cálcio	14	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-	1200
Nitrato de magnésio	9	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-
Nitrato de potássio	13	-	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	310
Sulfato de amônio	20	-	-	-	-	24	-	-	-	-	-	-	730
Ureia	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1000
Uran	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DAP	17	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400
MAP Purificado	11	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	220
Cloreto de potássio (branco) <sup>1</sup>	-	-	60	-	-	-	48	-	-	-	-	-	340
Nitrato de potássio	14	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	320
Sulfato de potássio	-	-	52	-	-	17	-	-	-	-	-	-	110
Sulfato de magnésio	-	-	-	-	9	12	-	-	-	-	-	-	-
Sulfato de potássio e magnésio	-	-	22	-	11	22	-	-	-	-	-	-	290
Sulfato de cobre	-	-	-	-	-	?	-	25	-	-	-	-	220
Sulfato de manganês	-	-	-	-	-	?	-	-	28	-	-	-	1050
Sulfato de zinco	-	-	-	-	-	?	-	-	-	22	-	-	750
Quelato de zinco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-
Ácido bórico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	50
Bórax	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	50
Quelato de ferro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	140
Comercial 1 <sup>2</sup>	16	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 2 <sup>2</sup>	6	12	36	-	2	8	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 3 <sup>2</sup>	13	40	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 4 <sup>2</sup>	15	5	30	-	2	8	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 5 <sup>2</sup>	18	18	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 6 <sup>2</sup>	19	6	20	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Comercial 7 <sup>2</sup>	-	52	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	230
Comercial 8 <sup>2</sup>	-	-	50	-	-	17	-	-	-	-	-	-	124

(Continua)

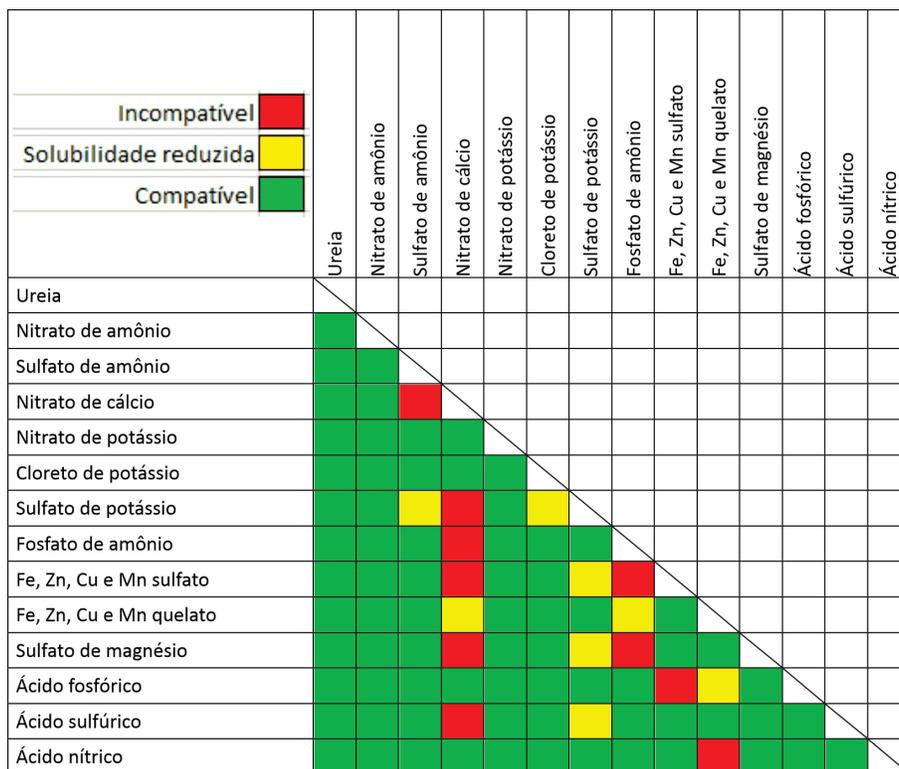
**Tabela 2.** Continuação.

Fertilizante	Distribuição de nutrientes nos fertilizantes (%)												Solubilidade a 20°C(g L <sup>-1</sup> )
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Cl	Cu	Mn	Zn	B	Fe	
Comercial 9 <sup>2</sup>	11	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	360
Comercial 10 <sup>2</sup>	12	-	43	-	-	1	-	-	-	-	-	-	315
Comercial 11 <sup>2</sup>	11	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	700
Comercial 12 <sup>3</sup>	24	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	981
Comercial 13 <sup>4</sup>	20	02	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	222

Obs.: as propriedades físicas da solução podem sofrer ajustes conforme a temperatura.

<sup>1</sup>Branco: cloreto de potássio solúvel, específico para fertirrigação; <sup>2</sup> Formulados comerciais disponíveis no mercado, <sup>3</sup> Indicado para crescimento, <sup>4</sup> Indicado para café em produção.

Fonte: Adaptado de Alarcon (1997) citado por Medeiros et al. (2011), Villas Boas et al. (1994) e Vittti et al. (1994).



**Figura 1.** Orientação para mistura de alguns fertilizantes com base na compatibilidade.

Fonte: Adaptado de Burt et al. (1995) e Montag (1999).

## Cálculo nutricional para fertirrigação

A adubação via fertirrigação requer aplicação de nutrientes na quantidade, momento e forma adequados. As etapas demonstradas a seguir, e exemplificadas em anexo, possibilitam ao fertirrigante como proceder neste manejo anualmente.

I – Obtenção da produtividade esperada a partir de contagem de rosetas e realização de análise de solo, no pré-florescimento (julho)

II – Recomendação da quantidade anual de cada nutriente a partir do pré-florescimento, com base na análise de solo e produtividade esperada

III – Obtenção das quantidades de nutrientes por estágio fenológico e mês, a partir do pré-florescimento

IV – Checagem da fonte a ser utilizada em cada estágio fenológico e mês

V – Obtenção da quantidade mensal/fenológica de fertilizantes a serem adicionados na calda

VI – Comparação da concentração dos fertilizantes à solubilidade para o preparo da calda

VII – Aferição do estado nutricional das plantas por meio de análise foliar

VIII – Obtenção das quantidades de nutrientes ajustadas a partir da interpretação de análise foliar

### **I) Obtenção da produtividade esperada a partir de contagem de rosetas no pré-florescimento**

O procedimento consiste em:

a) contar o número total de rosetas em plantas representativas na lavoura. Para isso é necessário considerar a uniformidade da lavoura para definir o número de plantas amostradas. O ideal é dividir em talhões semelhantemente a metodologia utilizada para amostragem de solo e de folhas (Marcolan; Espíndula, 2015).

b) Após a obtenção do número médio de rosetas por planta, dividir o valor pelo número de rosetas necessários para preencher um litro. Esta informação varia, principalmente, em função do clone, mas também com fatores ambientais tais como disponibilidade hídrica e aspectos nutricionais durante a formação

do fruto e a eficiência de polinização. Com isso, obtém-se a produtividade esperada na forma de litros por planta.

(c) Multiplicar o número de litros por planta resultante do item (b) pelo número de plantas na área. Com isso obtém-se a produtividade esperada em litros por hectare.

(d) o número de litros na área deve ser dividido pela quantidade de litros de café maduro necessária para produção de uma saca de 60 kg de café beneficiado, que é variável de acordo com o genótipo, com as condições de desenvolvimento e grau de maturação do fruto. Assim, obtém-se a produtividade esperada, dada em sacas por hectare.

## II) Recomendação da quantidade anual de cada nutriente a partir do pré-florescimento

Faz-se a coleta da amostra de solo e envia-se a um laboratório, para obtenção do respectivo laudo de fertilidade. A partir do laudo, o técnico responsável analisa os atributos do solo e, conforme a expectativa de produção obtida na Etapa (I), poderá recomendar a quantidade adequada necessária para atingir a produtividade esperada (Tabela 3).

**Tabela 3.** Recomendação de adubação para *Coffea canephora* com base na análise de solo e produtividade esperada.

Produtividade esperada sacas ha <sup>-1</sup>	N (kg ha <sup>-1</sup> )	P Melich <sup>-1</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )			K trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )		
		<10	10-20	>20	<0,15	0,15-0,30	>0,30
		----- P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg ha <sup>-1</sup> ) -----			----- K <sub>2</sub> O (kg ha <sup>-1</sup> ) -----		
20 – 30	150	40	20	0	120	80	40
30 – 40	180	50	30	0	150	100	50
40 – 50	210	60	40	20	180	120	60
50 – 60	240	70	50	30	210	140	70
60 – 70	270	80	60	40	240	160	80
70 – 80	300	90	70	50	270	180	90
80 – 90	330	100	80	60	300	200	100
90 – 100	360	110	90	70	330	220	110
100 – 110	390	120	100	80	360	240	120
110 – 120	420	130	110	90	390	260	130
120 – 130	450	140	120	100	420	280	140
130 – 140	480	150	130	110	450	300	150
140 – 150	510	160	140	120	480	320	160

### III) Obtenção das quantidades de nutrientes por estágio fenológico e mês, a partir do pré-florescimento

A distribuição percentual dos nutrientes na lavoura poderá variar em função do ciclo de maturação das cultivares utilizadas e pelas condições climáticas. A disponibilidade de radiação pode prolongar ou retardar o ciclo de maturação e as chuvas nos meses de junho/julho podem antecipar o florescimento principal se as plantas já estiverem induzidas, resultando em antecipação do início do ciclo. De maneira geral, em Rondônia, os genótipos precoces atingem o ponto de colheita entre 240 e 270 dias após o florescimento principal; genótipos de ciclo intermediários estão aptos à colheita entre 270 e 300 dias; tardios entre 300 e 330 dias.

Para uma lavoura de ciclo médio de maturação, sendo conduzida com estresse hídrico controlado para florescimento em agosto, os nutrientes deverão ser distribuídos entre os meses de agosto, após o florescimento, até junho do ano seguinte (Tabela 4).

**Tabela 4.** Distribuição mensal (%) dos nutrientes (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O) recomendados anualmente para plantas de café em produção na Amazônia, com ciclo de maturação médio (aproximadamente 300 dias) com floração entre julho e agosto, e colheita ao final de maio e início de junho.

Nutriente	Jul	Ago	Set	Out **	Nov	Dez
	Pré-florescimento (estresse hídrico)	Floração	Chumbinho	Chumbinho/ Expansão do fruto	Início da granação	Granação
N	0	10	10	15	15	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	10	30	35	0	0
K <sub>2</sub> O	0	5	8	10	10	10
Nutriente	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun*
	Granação	Granação	Início da maturação	Maturação	Colheita	Poda e adubação pós-colheita
N	10	10	5	5	0	10
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	0	0	0	25
K <sub>2</sub> O	15	15	12	10	0	5

\*amostragem do solo antes da adubação; \*\*amostragem foliar; O fósforo pode ser parcelado em mais vezes, especialmente, quando se utiliza formulados.

Fonte: Adaptado de Prezotti et al. (2015).

#### IV) Aferição do estado nutricional das plantas por meio de análise foliar

Recomenda-se que anualmente o cafeicultor faça uma amostragem e respectiva análise de tecido foliar na fase fenológica de “grão chumbinho” para plantas em produção, conforme a metodologia apresentada por Schmidt (2015), coletando o terceiro ou quarto par de folhas de ramos plagiotrópicos da parte mediana das plantas, a qual corresponde a uma folha totalmente expandida. Os valores obtidos no resultado da análise foliar são comparados com valores de referência pré-estabelecidos (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teores de nutrientes nas folhas adequados ao desenvolvimento de *Coffea canephora* no estágio de fruto chumbinho/expansão de frutos.

Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Enxofre	Boro	Zinco	Manganês	Cobre	Ferro
g kg <sup>-1</sup>			g kg <sup>-1</sup>			mg kg <sup>-1</sup>				
24,5	1,2	15,7	9,5	2,2	2,4*	40	5	59	15	52

Fonte: Schmidt (2015) e \*Costa e Bragança (1996) citado por Marcolan e Espindula (2015).

O valor obtido poderá ser inferior (insuficiência), igual (equilibrado) ou superior (excesso) ao tabelado, necessitando um ajuste, diminuindo ou acrescentando nutrientes, dependendo do caso (Tabela 6).

**Tabela 6.** Adição ou subtração (kg ha<sup>-1</sup>) indicada conforme o resultado da análise foliar para ajustar a recomendação anual de nutrientes obtidas via laudo de fertilidade do solo para a cultura de *Coffea canephora*.

			Teor de nutrientes nas folhas comparado ao adequado		
			Excesso	Equilibrado	Insuficiente
Resultado da análise de solo	N	-	-30	0	+ 30
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>a</sup>	Baixo (< 10)	-10	0	+ 10
		Médio (10 a 20)	-10	0	+ 10
		Alto (> 20)	-10	0	+ 10
	K <sub>2</sub> O <sup>b</sup>	Baixo (< 0,15)	-30	0	+ 30
		Médio (0,15 a 0,30)	-20	0	+ 20 <sup>c</sup>
Alto (> 0,30)		-10	0	+ 10 <sup>c</sup>	

(a) P Melich<sup>-1</sup> (mg dm<sup>-3</sup>); (b) K trocável (cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>); (c) Para elevadas demandas, como para produtividade esperada de 140 a 150 sc ha<sup>-1</sup>, utiliza-se + 30 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>

Fonte: Adaptado de Wadt et al. (2015).

#### **IV) Obtenção das quantidades de nutrientes ajustadas a partir da interpretação de análise foliar**

Faz-se a distribuição mensal da quantidade anual obtida pela interpretação foliar considerando as aplicações a partir de início de expansão dos frutos e a Tabela 6.

#### **V) Checagem da fonte a ser utilizada em cada estágio fenológico e mês**

Ao utilizar produtos comerciais, calcula-se a quantidade de fertilizante considerando-se a concentração de nutrientes na fonte (Tabela 2).

No planejamento da mistura há a possibilidade de adicionar mais de um fertilizante para atender a demanda das plantas em relação a cada nutriente, para tanto, observa-se a compatibilidade (Figura 1) e a solubilidade dos mesmos (Tabela 2). Aliado a isto, é interessante o uso de fontes com reduzido índice salino e acidez (ex.: nitrato de amônio, nitrato de sódio e cloreto de potássio).

#### **VI) Obtenção da quantidade mensal/fenológica de fertilizantes a serem adicionados na calda**

Em condições de solos argilosos ou com CTC (capacidade de troca catiônica) elevada, pode-se adotar uma aplicação a cada 15 dias (Vicente, 2010). Em solos arenosos e/ou em meses com elevada precipitação, onde há um maior risco à lixiviação de nutrientes, sugere-se ao irrigante aumentar a frequência de aplicação, mantendo a quantidade de fertilizantes prevista.

Opcionalmente, a seleção, a quantidade e o momento de adição dos fertilizantes em sistemas de fertirrigação de elevada frequência, podem ser realizados por meio de dosadores associados a um controlador, o qual ao ser programado permite a dosagem e o funcionamento automático de injeção no modo desejado, procedimento também denominado de nutriirrigação. Como exemplo, em injeções ou pulsos de diferentes fertilizantes ao longo do dia. Atualmente, há equipamentos comerciais que permitem esta automação.

Nota-se, portanto, que devem ser tomados alguns cuidados tais como: nível de tolerância da cultura de café à concentração de elementos específicos e

a concentração total de sais dissolvidos na solução nutritiva. Essas variáveis não devem ser negligenciadas, pois se o limite de tolerância à concentração de algum nutriente for ultrapassado, as plantas podem sofrer danos por toxidez, queima foliar dentre outros. Desse modo, os valores podem ser comparados aos indicados por Dimenstein (2019), conforme notado na Tabela 7

**Tabela 7.** Limites de tolerância de alguns elementos químicos e concentração total de sais dissolvidos na solução nutritiva em fertirrigação

CE	pH	Cl <sup>-</sup>	NO <sup>3-</sup>	PO <sup>4-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SO <sup>4-</sup>
mS cm <sup>-1</sup>		ppm	Ppm	ppm	ppm	ppm	Ppm	ppm
1,5-3,0	5,7-7,5	<450	150-350	25-50	200-500	80-120	40-60	80-120

Fonte: Dimenstein (2019)

O monitoramento da CEes pode ser realizado pelo uso de extratores de solução, um dispositivo semelhante a um tensiômetro, o qual é inserido na profundidade efetiva do sistema radicular, porém com a possibilidade de se promover um vácuo usando uma seringa e permitir a entrada da solução do solo no interior do tubo através da cápsula porosa. Este dispositivo é detalhado por Blanco (2006). A solução coletada do interior deste tubo pode ser analisada pelo uso de um condutivímetro elétrico portátil e kits para checagem da concentração de parâmetros sugeridos na solução do solo, permitindo tomar a decisão de aumentar ou reduzir a frequência de aplicação dos fertilizantes.

## VII) Comparação da concentração dos fertilizantes à solubilidade para o preparo da calda

O preparo da calda deve ser feito de modo que as concentrações dos fertilizantes não ultrapassem os valores de solubilidade permitidos (Tabela 2).

Caso algum fertilizante esteja em concentração além da permitida, é necessário um parcelamento da quantidade a ser aplicada ou uma maior diluição dos produtos pelo uso de reservatórios maiores e/ou tempo de injeção mais prolongado.

Devem ser atendidos adequadamente o tempo total de irrigação, o tempo para pressurização e o tempo para limpeza do sistema (aplicação de somente água em 20% do tempo total de irrigação ao final).

O uso de telas e filtros são importantes para se evitar o entupimento físico de emissores do sistema de irrigação por impurezas contidas na água e nos fertilizantes. Procedimentos por adição de ácidos, permitem a redução do pH da solução e assim, também reduz o potencial de entupimento ocasionado por precipitados oriundos de reações químicas diversas. Tais precipitados devem ser retirados pela filtragem.

Outra prática que pode ser adotada de modo a evitar o entupimento é manter a concentração total dos fertilizantes abaixo de  $1\text{ g L}^{-1}$  na saída dos emissores, no caso de sistemas de irrigação por gotejamento ou por microaspersão. Ressaltando quanto às plantas não é recomendado ultrapassar  $1\text{ g L}^{-1}$  para formação,  $2\text{ g L}^{-1}$  para a primeira produção e  $3\text{ g L}^{-1}$  em produtividades acima de 120 sc ha.

## Manutenção regular do sistema de irrigação

Para evitar a desuniformidade de distribuição em virtude de obstruções parciais na rede hidráulica, sugere-se a limpeza com água pela abertura de finais de linha a cada dois meses. Para se conhecer qual a uniformidade do sistema de irrigação pode ser feita uma avaliação checando se o coeficiente de uniformidade (CUD) encontra-se superior a 90%.

A limpeza anual poderá ser em período mais conveniente ao produtor, para eliminar precipitados, microrganismos e sedimentos sólidos que atravessam os filtros. O procedimento consiste no uso de ácido nítrico da seguinte forma: encher a tubulação, manter uma pressão mínima durante 1h a pH 2, injetando ácido nítrico. Posteriormente, lavar o interior do sistema, abrindo as extremidades das tubulações principais, secundárias e ao final, as tubulações laterais. Para casos que seja necessário desentupir ou desencrostrar os emissores, pode ser empregado 50 mL de ácido fosfórico a cada 50 L de água para 500 m de mangueira.

## **Exemplo – procedimento recomendado para o manejo da fertirrigação de NPK**

### Dados

- Cultura: café canéfora em plena produção.
- Espaçamento da cultura: 3 m x 1 m.
- Sistema de irrigação: gotejamento
- Fertilizantes: ureia, MAP purificado e cloreto de potássio branco.
- Frequência: uma aplicação mensal
- Área do setor operacional: 1 ha.
- Volume de reservatório para a aplicação da calda fertilizante: 500 L.

**Objetivo:** saber a quantidade de nitrogênio (N), fósforo ( $P_2O_5$ ) e potássio ( $K_2O$ ) a aplicar por estágio fenológico.

### **Etapa I. Obtenção da produtividade esperada a partir de contagem de rosetas no pré-florescimento (julho)**

Para determinação do potencial produtivo da lavoura foi utilizada uma amostra de 20 plantas ao acaso na lavoura, nas quais foram contadas o número total de rosetas (“nós” em ramos produtivos) por ocasião do pré-florescimento (julho). Nesta amostragem, constatou-se o número médio de 600 rosetas.

De posse do número total de rosetas e considerando a estimativa de que são necessárias 45 rosetas para preencher um litro de café maduro, obteve-se a quantidade estimada de litros por planta, de 13,333 litros planta<sup>-1</sup>.

Multiplicando-se o número de litros por planta pelo número total de plantas por hectare, tem-se o número total de litros por hectare, 44.440 litros ha<sup>-1</sup>. Considerando que são necessários aproximadamente 370 litros de café maduro (da roça) para produzir uma saca de 60 kg de café beneficiado (18,5 latões de 20 litros por saca de 60 kg) obtêm-se a produtividade média esperada de 120 sacas ha<sup>-1</sup>.

Ou seja:

$$\frac{600 \text{ rosetas por planta}}{45 \text{ rosetas por litro}} = 13,333 \text{ litros planta}^{-1} \Rightarrow$$

$$13,333 \text{ litros por planta} \times 3.333 \text{ plantas por hectare} = 44.440 \text{ litros hectare}^{-1}$$

$$\frac{44.440 \text{ litros por hectare}}{370 \text{ litros necessários para 1sc de 60kg}} \cong 120 \text{ sacas hectare}^{-1}$$

Obs.: neste exemplo foi utilizado o número médio de 45 rosetas por litro e 370 litros de café maduro por saca beneficiada. No entanto, ressaltamos que esses valores podem variar com o genótipo, condições climáticas, nutricionais e sanitárias durante a formação do fruto, bem como, com o grau de maturação do fruto.

### **Etapa II – Recomendação da quantidade anual de cada nutriente a partir do pré-florescimento (julho)**

Considerando a produtividade esperada de 120 sc ha<sup>-1</sup>, o laudo de fertilidade do solo e a Tabela 3, recomenda-se: 510 kg de N, 160 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (solo com pouco fósforo, tendo valor inferior a 10 mg dm<sup>-3</sup>) e 320 kg de K<sub>2</sub>O por hectare (solo com valor médio de potássio, estando entre 1,5 a 3,0 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

### **Etapa III – Obtenção das quantidades de nutrientes por estágio fenológico e mês, a partir do pré-florescimento**

Calcula-se a quantidade de nutrientes em cada estágio e mês, considerando a distribuição percentual na Tabela 4. Contudo, são aplicadas as quantidades previstas na Tabela 8 somente até a fase de expansão dos frutos, ou seja, quantidades calculadas de julho a outubro/novembro, pelo exemplo demonstrado. Posteriormente, há necessidade de aferição do estado nutricional das plantas e correção da programação de adubação a partir da interpretação dos teores de nutrientes das folhas.

**Tabela 8.** Recomendação mensal (kg ha<sup>-1</sup>) de nutrientes para plantas de café em produção, pelo exemplo demonstrado.

Nutriente	Jul	Ago	Set	Out <sup>1</sup>	Nov	Dez
	Pré-florescimento (Estresse hídrico controlado)	Floração	Chumbinho	Chumbinho/ expansão do fruto	Início da granação	Granação
N	0,0	51,0	51,0	76,5	76,5	51,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0	16,0	48,0	56,0	0,0	0,0
K <sub>2</sub> O	0,0	16,0	25,6	32,0	32,0	32,0
Nutriente	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
	Granação	Granação	Início da maturação	Maturação	Colheita	Pós-colheita
N	51,0	51,0	25,5	25,5	0,0	51,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
K <sub>2</sub> O	48,0	48,0	38,4	32,0	0,0	16,0

<sup>1</sup>Em outubro/novembro deve ser feita a análise foliar para avaliação do estado nutricional das plantas. Se houver deficiência ou excesso, é preciso ajustar as adubações dos próximos meses

Fonte: os autores.

#### Etapa IV – Aferição do estado nutricional das plantas por meio de análise foliar

Comparando os resultados da análise foliar: 20 g de N; 0,8 g de P e 10 g de K a cada kg de matéria seca aos valores das Tabelas 5 e 6, obtêm-se os valores apresentados na Tabela 9.

**Tabela 9.** Recomendação total (kg ha<sup>-1</sup>) de nutrientes ajustada a partir da análise foliar, pelo exemplo demonstrado.

Nutriente	Análise foliar (g kg MS <sup>-1</sup> )	Limiar nutricional	Decisão quanto a adubação anual	Recomendação <sup>1</sup> (kg ha <sup>-1</sup> )
N	20	24,5 g kg MS <sup>-1</sup> (insuficiente)	acrescentar 30 kg N ha <sup>-1</sup>	(510 – 0 – 51 – 51 – 76,5 + 30) = 361,5
P	0,8	1,2 g kg MS <sup>-1</sup> (insuficiente)	acrescentar 10 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ha <sup>-1</sup> para solo com < 10 mg dm <sup>-3</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(160 – 0 – 16 – 48 – 56 + 10) = 50,0
K	10	15,7 g kg MS <sup>-1</sup> (insuficiente)	acrescentar 30 kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> ; para solo com < 0,15 cmol <sub>c</sub> de K <sub>2</sub> O	(320 – 0 – 16 – 25,6 – 32 + 30) = 276,4

<sup>1</sup> calcula-se desconsiderando o que já foi aplicado entre a floração e o resultado da análise foliar (Tabela 10).

Assim, conforme o exemplo demonstrado, a recomendação final obtida foi 361,5 Kg de N, 50,0 Kg de  $P_2O_5$  e 276,4 Kg de  $K_2O$  a cada hectare fertirrigado.

#### Etapa V - Obtenção das quantidades de nutrientes ajustadas a partir da interpretação de análise foliar

Após a interpretação de nutrientes nas folhas, são calculadas as quantidades mensais considerando a recomendação da Tabela 9 e a distribuição percentual da Tabela 4. Como já foi aplicado 178,5 kg de N até a data da análise foliar, restam 331,5 kg para ser aplicado até o final do ciclo. A esse valor devem ser acrescentados os 30 kg, conforme Tabela 9, o que totalizará 361,5 kg para ser redistribuído ao longo do restante do ciclo (Tabela 10). O mesmo raciocínio deve ser aplicado para os fertilizantes que contenham  $K_2O$ . Para o  $P_2O_5$ , a dose adicional deve ser aplicada já na próxima adubação (Tabela 10).

**Tabela 10.** Recomendação mensal ( $kg\ ha^{-1}$ ) de nutrientes ajustados pela interpretação foliar para plantas de café em produção, pelo exemplo demonstrado.

Nutriente	Jul	Ago	Set	Out <sup>1</sup>	Nov <sup>2</sup>	Dez
	Pré-florescimento	Floração	Chumbinho	Chumbinho/expansão do fruto	Início da granação	Granação
N	0,0	*	*	*	83,4	55,6
$P_2O_5$	0,0	*	*	*	10,0	0,0
$K_2O$	0,0	*	*	*	35,9	35,9
Nutriente	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
	Granação	Granação	Início da maturação	Maturação	Colheita	Colheita
N	55,6	55,6	27,8	27,8	0,0	55,6
$P_2O_5$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
$K_2O$	53,8	53,8	43,1	35,9	0,0	17,9

\* fertirrigado de acordo com a recomendação efetuada no estágio de pré-florescimento (Tabela 8)

<sup>1)</sup> amostragem foliar; <sup>2)</sup> início da fertirrigação ajustada pela interpretação foliar

Fonte: os autores.

Utilizando as quantidades ajustadas a serem aplicadas a cada mês de cada nutriente, como as obtidas no exemplo demonstrado e apresentado na Tabela 10, faz-se a aplicação utilizando os fertilizantes desejados. Um fracionamento das quantidades mensais também pode ser realizado, aplicando-se a cada 15 dias, ou semanalmente. Embora isso possa elevar o custo com mão de obra, pode evitar perdas de nutrientes como o potássio e nitrogênio, na forma de nitrato, especialmente nos períodos do ano de maiores precipitações.

## Considerações finais

A cafeicultura da Amazônia Ocidental brasileira vem passando por enormes mudanças durante a última década, a partir da popularização da cafeicultura clonal. Nesse período, genótipos que haviam sido selecionados nos anos 2000 passaram a compor os novos cultivos de Rondônia, inicialmente, e, posteriormente, os cultivos do Acre, Mato Grosso, Amazonas e, mais recentemente, Roraima. Além desses novos genótipos, também se introduziram modernas técnicas de manejo associados a cultura, dentre as quais se destaca o uso de fertirrigação.

Apesar de ser uma técnica já bastante difundida entre os produtores de café, inclusive os produtores de *Coffea canephora*, os genótipos cultivados na Amazônia, bem como as condições edafoclimáticas da região são diferentes das demais regiões brasileiras onde se cultivam o gênero *Coffea*. Em razão disso e pelo fato da cafeicultura clonal ser relativamente recente na Amazônia, pouco ainda se sabe sobre o adequado uso dessa tecnologia. Assim, nesta publicação, buscou-se estabelecer algumas bases para nortear os cafeicultores e técnicos, mas o assunto não se esgotou. Muitos ajustes ainda poderão ser realizados no manejo dos macronutrientes N, P e K, e ainda serão necessárias definições a respeito de Ca, Mg e S e dos micronutrientes, que não foram tratados nesta publicação.

## Referências

- ALARCON, A. L. Fertilizantes para fertirrigación: tablas prácticas orientativas. In: NAMESNY, A. (Ed.) **Melones**. Barcelona: Ediciones de Horticultura, 1997.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **Water quality for agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1994. 186 p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 29).
- BLANCO, F. F. **Manual de construção e utilização de extratores de cápsula porosa para obtenção da solução do solo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2006. 36 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 142).
- BURT, C.; O'CONNOR, K.; RUEHR, T. **Fertigation**. San Luis Obispo: Irrigation training and Research Center – California Polytechnic State University, 1995. 295 p.
- COSTA, E. F. da; VIEIRA, R. F.; VIANA, P. A. **Quimigação**: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação. Brasília: Embrapa, 1994. 315 p.
- DIMENSTEIN, L. **Manejo de fertirrigação**: regra de ouro da fertirrigação. 2.ed. São Paulo: ICL Specialty Fertilizers, 2019. 126 p.
- MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 474 p.
- MATIELLO, J. B.; AGUIAR, S.; GOMES, B.; BOM, J. L. Observações sobre salinidade de água e do solo na toxidez ao cafeeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 24., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Brasília, DF: MAAPROCAFÉ, 1998 (CD-ROM Jubileu de Prata).
- MEDEIROS, J. F.; SOUSA, V. F. de; MAIA, C. E.; COELHO, E. F.; MAROUELLI, W. A. Determinação e preparo da solução de fertilizantes para fertirrigação. In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 265-288.
- MONTAG, U. J. Fertigation in Israel. In: AGRICULTURAL CONFERENCE ON MANAGING PLANT NUTRITION, 1999, Barcelona. **Proceedings...** Barcelona: IFA, 1999. 24 p.
- PESCOD, M.B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1992. 169p. (FAO. Irrigation and drainage paper, 47).
- PINTO, J. M., FEITOSA FILHO, J. C. **Fertirrigação**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2009. 49 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 219).
- PREZOTTI, L. C.; BRAGANÇA, S. M.; MARINS, A. G.; LANI, J. A. Nutrição, calagem e adubação. In: FONSECA, A.; SAKIYAMA, N.; BORÉM, A. (Ed.) **Café conilon**: do plantio à colheita. Viçosa: UFV, 2015. p. 89-113.
- SCHMIDT, R. **Amostragem foliar na floração para avaliação nutricional de cafeeiros clonais**. Rio Branco: UFAC. Centro de Ciências Biológicas e da Natureza. Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2015. 44 p.

SOUSA, V. F.; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 771 p.

VICENTE, M. R. **Efeito da irrigação e fertirrigação na produção e no desenvolvimento do cafeeiro na região oeste da Bahia**. 2010. 101 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

VILLAS BOAS, R. L.; BOARETTO, A. E.; VITTI, G. C. Aspectos da fertirrigação. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Ed.). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 283-308.

VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E.; PENTEADO, S. R. Fertilizantes e fertirrigação. In: VITTI, G. C.; BOARETTO, A. E. (Ed.). **Fertilizantes fluidos**. Piracicaba: Potafos, 1994. p. 262-281.

WADT, P. G. S.; DIAS, J. R. M.; MARCOLAN, A. L. Sistema integrado de diagnose e recomendação (DRIS) no manejo da adubação de cafeeiros. In: MARCOLAN, A. L.; ESPINDULA, M. C. (Ed.). **Café na Amazônia**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 195-216.

Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Rondônia**

Rodovia BR-364, Km 5,5, Zona Rural Caixa  
Postal: 127 CEP: 76815-800  
Porto Velho – RO  
Fones: (69) 3219-5004 / (69) 3219-5000  
[www.embrapa.br/rondonia](http://www.embrapa.br/rondonia)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

1ª edição  
PDF digitalizado (2022)



**Comitê Local de Publicações da  
Embrapa Rondônia**

Presidente

*Henrique Nery Cirpiani*

Secretária

*Ana Karina Dias Salman*

Membros

*André Rostand Ramalho*

*César Augusto Domingues Teixeira*

*Lúcia Helena de Oliveira Wadt*

*Luiz Francisco Machado Pfeifer*

*Maurício Reginaldo Alves dos Santos*

*Pedro Gomes da Cruz*

*Rodrigo Barros Rocha*

*Victor Ferreira de Souza*

*Wilma Inês de França Araújo*

Normalização bibliográfica

*Renata Do Carmo Franca Seabra*

Revisão de texto

*Wilma Inês de França Araújo*

Editoração eletrônica

*André Luiz Garcia*

Foto da capa

*Henrique de Sá Paye e*

*Renata Kelly da Silva*

Arte da capa

*Yara Santos Cioffi*