

# Seja o doutor do seu feijoeiro

Ciro A. Rosolem<sup>1</sup>

Oswaldo M. Marubayashi<sup>2</sup>

## NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DO FEIJOEIRO

**H**istoricamente, a cultura do feijoeiro tem apresentado baixas produtividades médias no Brasil. Muitas razões têm sido aventadas para a ocorrência desta situação, desde os sistemas de produção em consórcio, efeitos climáticos e sanidade da cultura, até problemas econômicos dos agricultores.

Entretanto, as cultivares utilizadas atualmente têm potencial de produção compatíveis com uma agricultura moderna e econômica. Este potencial raramente tem sido alcançado, em função dos altos riscos da cultura, que desencorajam maiores investimentos.

A irrigação e a adubação são fatores decisivos na modificação deste quadro.

A utilização da irrigação permite a produção em épocas de preços mais favoráveis ao agricultor e dá segurança para investimentos em controle fitossanitário eficiente e em programa racional de adubação.

## EXIGÊNCIA NUTRICIONAL

O feijoeiro é considerado uma planta exigente em nutrientes, em função do pequeno e pouco profundo sistema radicular e do ciclo curto. Por isso, é fundamental que o nutriente seja colocado à disposição da planta em tempo e local adequados.

Embora encontrem-se disparidades na literatura com relação às quantidades de nutrientes absorvidas pelo feijoeiro, normalmente a exigência é maior que a da soja, por exemplo. As quantidades médias de nutrientes exportados por 1.000 kg de grãos citadas em várias pesquisas são: 35,5 kg de N, 4,0 kg de P, 15,3 kg de K, 3,1 kg de Ca, 2,6 kg de Mg e 5,4 kg de S.

As extrações e exportações de nutrientes, segundo diferentes autores, encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1. Extrações e exportações de nutrientes segundo diferentes autores.**

Nutriente	GALLO & MIYASAKA (1961)			HAAG et al. (1967)			COBRA NETO et al. (1971)		
	Extração (kg/ha)	Exportação (kg/ha)	%	Extração (kg/ha)	Exportação (kg/ha)	%	Extração (kg/ha)	Exportação (kg/ha)	%
N	102	67	66	201	28	14	102	37	36
P	9	6	67	18	4	22	9	4	44
K	93	31	33	201	20	10	93	22	24
Ca	54	6	11	116	4	4	54	4	7
Mg	18	5	27	36	2	6	18	4	22
S	26	11	44	36	4	12	25	10	40
Cultivar	Chumbinho opaco			Chumbinho opaco			Roxinho		

<sup>1</sup> Engº Agrº, Dr., Professor Titular da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Botucatu-SP.

<sup>2</sup> Engº Agrº, Dr., Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP, Botucatu-SP.

A absorção de nitrogênio ocorre praticamente durante todo o ciclo da cultura, mas a época de maior exigência, quando a velocidade de absorção é máxima, ocorre dos 35 aos 50 dias da emergência da planta, coincidindo com a época do florescimento. Neste período, a planta absorve de 2,0 a 2,5 kg N/ha.dia.

A época de maior velocidade de absorção de fósforo vai desde aproximadamente 30 dias até os 55 dias da emergência, ou seja, desde o estágio fisiológico anterior ao aparecimento dos botões florais até o final do florescimento, quando já existem algumas vagens formadas. Embora a demanda seja alta durante todo este período, ela acentua-se no final do florescimento e no início de formação das vagens, época em que o feijoeiro absorve de 0,20 a 0,30 kg P/ha.dia.

O padrão de absorção de potássio é diferente. Aparentemente, são dois os períodos de grande demanda: entre 25 e 35 dias e entre 45 e 55 dias da emergência. O primeiro período corresponde à diferenciação dos botões florais, quando a cultura absorve, em média, 1,7 kg K/ha.dia, e o segundo, ao final do florescimento e início de formação das vagens, quando o feijoeiro absorve, em média, de 2,2 a 3,3 kg K/ha.dia. A partir do final do florescimento a absorção de K é muito baixa.

## SINTOMAS DE DEFICIÊNCIA

A maneira mais prática e rápida de se determinar a existência de deficiência mineral na planta é através da diagnose visual, embora seja um método até certo ponto subjetivo e careça de precisão.

### • Nitrogênio (Fotos 1 e 2)

Clorose nos folíolos das folhas mais velhas, que caem prematuramente. As nervuras tornam-se mais destacadas do fundo. Com a evolução da deficiência a clorose se acentua, podendo, no entanto, permanecer manchas verdes puntiformes, pequenas, como salpicos. Nesta fase podem aparecer áreas esbranquiçadas em várias partes do limbo foliar.

### • Fósforo (Fotos 3 e 4)

Folíolos novos com coloração verde-azulada, sem brilho e folíolos mais velhos com coloração verde mais clara. Os folíolos das folhas mais velhas podem apresentar áreas internervais cloróticas, com pequenas pontuações escuras. Caules mais curtos e finos que o normal, menor desenvolvimento da planta. Os sintomas se desenvolvem de baixo para cima da planta.

- **Potássio (Fotos 5, 6 e 7)**

Clorose marginal nos folíolos das folhas mais velhas, que evolue entre as nervuras. Manchas de tonalidade parda ou acinzentada, de tamanhos diversos, irregulares, em processo de necrose. Os folíolos podem se apresentar reduzidos, assim como a planta em geral. Em folhas mais desenvolvidas, além da necrose, surgem inúmeras pontuações pequenas, bem próximas entre si, causando a impressão de retículo. Da associação destas manchas formam-se outras maiores, de coloração pardo-escuro. Vagens menores.

- **Cálcio (Fotos 8 e 9)**

Caule, pecíolos e broto exibem murchamento, as vagens ficam deformadas. A planta pára de emitir novas brotações. As folhas inferiores apresentam pequenas manchas acinzentadas, que posteriormente são afetadas de clorose parcial intensa, que se inicia na base do folíolo e progride entre as nervuras, resultando em formas de contorno irregular na porção do limbo, que se mantém verde, havendo queda dos folíolos.

- **Magnésio (Fotos 10 e 11)**

Clorose fraca, generalizada, com nervuras verdes, que progride das folhas mais velhas para as mais novas. Com a progressão da deficiência surgem manchas pálidas com contorno irregular, quase esbranquiçadas, na lâmina foliar. Em seguida, as manchas escurecem na região central, ocorrendo necrose, que se propaga para a periferia da mancha.

- **Enxofre (Foto 12)**

Folíolos mais novos com clorose generalizada. Os sintomas podem aparecer na região periférica dos folíolos, ora como manchas isoladas, de tamanho e contorno diversos, ora reunidas, formando extensas áreas amarelas. Os folíolos cloróticos mostram-se transparentes, realçando as nervuras, já um tanto claras, no fundo amarelado.

- **Boro (Fotos 13 e 14)**

Inicialmente os folíolos mais novos tornam-se verde-escuro, com progresso do ápice para a base. Em seguida, as folhas tornam-se retorcidas, espessas, com as nervuras de tonalidade verde-claro. Após, aparecem pontos necróticos e secamento dos pontos de crescimento. O broto terminal morre. O caule engrossa, podendo apresentar rachaduras. As plantas deficientes não florescem e o crescimento das raízes é seriamente afetado. A água de irrigação que contenha 2 ppm de boro é considerada prejudicial ao desenvolvimento das plantas.

- **Cobre (Foto 15)**

As plantas carentes mostram coloração verde-escuro, com enrugamento dos bordos e curvamento da ponta do limbo para baixo. Apresentam também área foliar reduzida. Embora as plantas tenham desenvolvimento quase normal, a produção de vagens é reduzida.

- **Ferro**

No início, o limbo dos folíolos mais novos torna-se clorótico, destacando-se as nervuras. Em seguida, a clorose é generalizada, confundindo-se as nervuras e o limbo. Surgem manchas castanhas que se tornam necrosadas.

- **Manganês (Fotos 16 e 17)**

Amarelecimento internerval das folhas mais novas. Nervuras e áreas adjacentes permanecem com coloração verde-intenso. Posteriormente, aparecem manchas avermelhadas. No caso de to-

xidez, as plantas apresentam-se com pontuações escuras nos folíolos medianos, que coalescem; encarquilhamento e queda de folhas.

- **Zinco (Foto 18)**

Severa redução no tamanho da planta com entrenós comprimidos. As folhas podem tornar-se uniformemente de cor verde-seco, de tamanhos reduzidos e com folíolos com formato de ponta de lança.

## DIAGNOSE FOLIAR

Embora mais demorado, o método de análise química das folhas para determinação do estado nutricional é uma excelente ferramenta. Sua maior limitação reside no fato de que dificilmente seus resultados são obtidos a tempo de serem utilizados antes da colheita da cultura da qual as amostras foram tiradas.

Entretanto, os resultados são extremamente úteis, principalmente no controle da aplicação de micronutrientes, podendo ser evitada a aplicação onde eles não são realmente necessários.

Para a diagnose foliar do feijoeiro devem ser coletadas 30 a 40 folhas da área representativa, colhidas do terço mediano da planta. Devem ser escolhidas folhas sadias, sem manchas ou ataque de pragas, na época do florescimento. Na interpretação dos resultados devem ser utilizados os dados da Tabela 2.

**Tabela 2. Teores adequados e deficientes de nutrientes em folhas de feijoeiro na época do florescimento.**

Nutriente	Teor		
	Baixo	Médio	Adequado
	----- (%) -----		
N	< 2,0	2,0-2,9	3,0-3,5
P	< 0,2	0,20-0,39	0,40-0,70
K	< 2,0	2,0-2,6	2,7-3,5
Ca	< 1,5	1,5-2,4	2,5-3,5
Mg	< 0,20	0,20-0,29	0,30-0,60
S	0,10	0,11-0,14	0,15-0,20
	----- (ppm) -----		
B	-	< 30	30-100
Cu	-	-	8,2
Fe	-	-	300-500
Mn	-	-	100-200
Zn	-	-	51

## CALAGEM

De maneira geral, pode ser dito que o feijoeiro apresenta a produtividade máxima quando o pH em água está na faixa de 6,0 a 7,0, sendo a toxidez de manganês o fator mais limitante. Este fato foi demonstrado no Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Em consonância com estes resultados, foi demonstrado que a maior produtividade do feijoeiro é obtida quando a saturação por bases do solo foi elevada para 70%.

Assim, recomenda-se a elevação da saturação do solo por bases a 70%, nos casos em que a mesma estiver abaixo de 60%. A pesquisa, até o presente, não oferece segurança para a recomendação de um tipo específico de calcário, de maneira que o custo do material aplicado é que deve ser o principal fator de decisão na escolha do produto.

## ADUBAÇÃO

- **Nitrogênio**

Apesar dos esforços para se entender e chegar às recomendações de inoculação do feijoeiro, a fixação simbiótica de

N não tem sido suficiente para atender a demanda da planta. Assim, normalmente se obtém reposta ao nitrogênio aplicado.

Na época da seca, a probabilidade de resposta é menor, assim como o potencial de produção. Entretanto, em culturas irrigadas, além do maior potencial de produção, tem-se um melhor aproveitamento do adubo aplicado, tornando-se fundamental a adubação nitrogenada.

Quando há simbiose, o nitrogênio é fixado em quantidades consideráveis a partir de 35-40 dias da emergência da cultura; desta forma, a adubação nitrogenada deve ser efetuada antes disso.

Normalmente se recomenda a aplicação de 1/3 da dose de N na semeadura, e 2/3 devem ser aplicados até os 20 dias da emergência da cultura. Atualmente, sob pivô-central, tem havido tendência de parcelamento exagerado do N, o que não é recomendável, pois após o florescimento o potencial de resposta é pequeno. Com doses altas de N, a cobertura poderia ser parcelada em até 2 vezes, sendo a primeira entre os 15 e 20 dias e a segunda até 35 dias da emergência das plantas. Não existem resultados de pesquisa que confirmem esta recomendação, mas o estudo da marcha de absorção de N mais o entendimento das funções e efeitos do nutriente na planta permitem essa inferência.

#### • Fósforo

O feijoeiro tem apresentado respostas ao fósforo aplicado, na grande maioria dos experimentos aplicados.

Em culturas irrigadas se obtém maiores produtividades com a mesma dose de P, pois o adubo aplicado, assim como o P do solo, é melhor aproveitado pela planta. Entretanto, em função da maior produtividade que se obtém nessa condição, a dose econômica de P provavelmente será maior que aquela das culturas de sequeiro.

O fósforo deve ser aplicado na linha de semeadura, ao lado e abaixo das sementes.

#### • Potássio

Embora não se observasse respostas ao K em grande parte dos ensaios conduzidos até pouco tempo, atualmente, com a utilização mais intensa do solo e o conseqüente esgotamento em K, a adubação potássica tem crescido em importância.

Culturas irrigadas normalmente levam as produtividades acima de 2.000 kg/ha, o que aumenta significativamente a demanda por nutrientes. Nesta condição, a adubação potássica passa a ser imprescindível.

Existem resultados de pesquisa em solos arenosos que permitem a recomendação do parcelamento da adubação potássica, aplicando-se metade da dose na semeadura e metade até os 20 dias da emergência das plantas.

#### • Enxofre

Quando o solo apresenta menos de 2 ppm de S-SO<sub>4</sub>, o que corresponde à aplicação de aproximadamente 20 kg de S/ha, o feijoeiro responde ao fertilizante com S. Normalmente se consegue respostas à aplicação de até aproximadamente 30 kg de S/ha, o que pode ser fornecido por adubos nitrogenados ou fosfatados que contém o nutriente.

#### • Micronutrientes

Quando se efetua a calagem para atingir a saturação por bases de 70%, principalmente em solos sob cerrado, aumenta bastante a probabilidade de se obter respostas ao Zn e ao Mn, e eventualmente ao Cu. Na ausência de critério melhor, em Minas

Gerais se recomenda, onde houve evidência de ocorrência de deficiências, a aplicação de 10 a 20 kg/ha de bórax, 2,5 a 5,0 kg/ha de sulfato de cobre, 5,0 a 10,0 kg/ha de sulfato de manganês e 10,0 a 20,0 kg/ha de sulfato de zinco.

Tem sido obtidas respostas ao molibdênio, e em alguns casos ao cobalto. Estes nutrientes podem ser aplicados através do tratamento de sementes, utilizando-se em torno de 15 g/ha de Mo e de 0,25 g/ha de Co.

### TABELA DE RECOMENDAÇÃO

Em São Paulo, a recomendação oficial de adubação para o feijoeiro é a que consta na Tabela 3, de BULISANI (1985).

**Tabela 3. Recomendação de adubação para o feijoeiro em função do resultado da análise de solo.**

P-resina (µg/cm <sup>3</sup> )	K trocável (meq/100 cm <sup>3</sup> )			
	0-0,07	0,08-0,15	0,16-0,30	> 0,30
----- N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (kg/ha) -----				
0-6	0-80-40	0-80-30	0-80-20	0-80-0
7-15	0-60-40	0-60-30	0-60-20	0-60-0
16-40	0-40-40	0-40-30	0-40-20	0-40-0
> 40	0-20-40	0-20-30	0-20-20	0-20-0

**Observações:** 1) Aplicar 20 kg/ha de S; 2) Cobertura: aplicar 30-40 kg/ha de N, 15 a 25 dias após a emergência das plantas. Em solos de várzea ou com incorporação recente de quantidade elevada de palhada, é conveniente aplicar 1/3 do nitrogênio na semeadura.

A tabela de recomendação de adubação apresentada refere-se a produtividades esperadas de 1.200 a 2.000 kg/ha. Entretanto, estando assegurado o fornecimento de água, e com um bom programa fitossanitário, o potencial de produção é maior. Neste caso, teoricamente se calcula que podem ser acrescentados aos valores obtidos na tabela as quantidades de 60 kg/ha de N, 35 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O para cada 1.000 kg/ha de aumento na produtividade, em relação à previsão da tabela. Estas quantidades de fertilizantes são necessárias para reposição da extração pelos grãos e para garantir um bom crescimento da planta. Foram calculadas para condições de limitação mínima de aproveitamento dos adubos, ou seja, a saturação por bases deve estar acima de 60%.

As recomendações para o Estado de Minas Gerais, para o nível de produtividade de 1.500 a 2.200 kg/ha (feijão das águas ou irrigado), numa densidade de 240.000 plantas/ha, encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4. Recomendação de adubação para o feijoeiro no Estado de Minas Gerais, em kg/ha (CFSEMG, 1989).**

N <sup>1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O			N em cobertura
	Teor de P no solo			Teor de K no solo			
	Baixo	Médio	Alto	Baixo	Médio	Alto	
20	90	70	50	60	45	30	30 a 40

<sup>1</sup> Aplicado junto ao P e K no plantio.

**Observações:** 1) Após a correção, os solos devem ter uma saturação de alumínio menor que 20%; 2) A adubação nitrogenada em cobertura deve ser feita 20 a 25 dias após a emergência das plântulas, próxima a estas, mas sem atingi-las, e aplicada em um filete contínuo; 3) Em solos deficientes em Mg e/ou S aplicar 20 kg/ha destes nutrientes; 4) Constatando-se a deficiência de boro e/ou zinco, aplicar, respectivamente, 1 kg de B e/ou 2 a 4 kg de Zn/ha; 5) No plantio da "seca", devido ao risco de um período de estiagem prolongada ou déficit hídrico, recomenda-se aplicar 60% das doses indicadas para o plantio "das águas" ou para o plantio irrigado.

---

## ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A rotação de culturas é muito recomendada para a cultura do feijão, tanto pelos aspectos da adubação e nutrição, como também pelo controle de doenças e pragas.

A adubação verde e a incorporação de restos vegetais podem melhorar a produtividade.

A cultura responde bem à adubação orgânica. Tem sido obtidas respostas à aplicação de até 15 a 20 t/ha de esterco de curral e até 4 a 8 t de esterco de galinha ou cama de frango de corte. O efeito residual desta adubação tem sido observado até o 3º ano.

O adubo orgânico deve ser aplicado a lanço e incorporado com grade.

## ADUBAÇÃO FOLIAR

A adubação foliar é importante quando do diagnóstico de qualquer deficiência, principalmente de micronutrientes.

No caso de macronutrientes, é possível a resposta ao nitrogênio aplicado do início ao final do florescimento. Se a planta mostrar deficiência após o florescimento, a aplicação de uréia pode fazer aumentar um pouco o peso de 100 sementes, com eventual pequeno acréscimo na produtividade. Embora seja até possível substituir a cobertura tradicional pela aplicação foliar, esta não deve ser uma prática generalizada, pois no experimento em que isso foi realizado a produtividade mostrou-se relativamente baixa.

A uréia pode ser aplicada até concentrações de 5% com bastante segurança. Eventualmente podem aparecer algumas manchas de fitotoxicidade, que desaparecem em poucos dias.